ZEITSCHRIFT
FÜR
PHYSIK UND MATHEMATIK.

I.
Über die von *Colladon* beobachtete Ablenkung der Magnetnadel durch Reibungs-Electricität;

vom
Professor *Nörrenberg*.

Die Resultate, welche *Colladon* durch seine im II. Bande, S. 40 dieser Zeitschrift beschriebenen Versuche erhalten hat, sind für die Theorie des Electromagnetismus zu wichtig, als daſs nicht alles, was die Anstellung dieser Versuche erleichtert und die Resultate derselben bestätigt oder genauer bestimmt, von Interesse seyn sollte. Ich gebe deſshalb hier das, was ich bei Wiederholung einiger dieser Versuche Bemerkenswerthes gefunden zu haben glaube.

Die bisherige Einrichtung des Multiplicators bringt es mit sich, daſs derselbe nicht bloſs als Galvanometer, sondern auch nach Art der *Coulomb*'schen Drehwage, als Electroscop wirkt. Die electroscopische Wirkung kann nach Beschaffenheit der Umstände die magnetische Ablenkung vergröſsern oder auch verkleinern, und wohl ganz unmerklich machen.

Ist die Spannung des electrischen Stromes in den Windungen des Multiplicators merklich, so wirken diese zu Anfange eines jeden Versuches, der nicht zu schnell auf einen andern folgt, anziehend auf die Nadeln, und

verkleinern dadurch die Ablenkung. Sind aber ein Mal die isolirten Nadeln durch Mittheilung electrisirt, was mit Hülfe der unter der Glocke eingeschlossenen Luft sehr leicht geschieht, so wirken die Windungen abstossend auf die Nadeln, und vergröſsern dadurch die entstandene Ablenkung.

Man wird daher in allen Fällen, in welchen die durch den Multiplicator geführte Reibungs-Electricität noch eine merkliche Spannung behält, sehr gemischte Resultate erhalten, die, wenn man nicht die genaueste Rücksicht auf alle Umstände nimmt, mitunter ganz irregulär erscheinen können.

Sowohl, um einige dieser Umstände deutlicher machen zu können, als auch um denjenigen desto nützlicher zu seyn, welche sich, um die Versuche zu wiederholen, erst einen Multiplicator verfertigen müssen, gebe ich hier die Beschreibung desjenigen, welcher mir zu den in Rede stehenden Versuchen gedient hat.

Die Figur 15 stellt denselben in dem dritten Theile der natürlichen Gröſse vor. Er hat 180 Doppelwindungen nach *Schweigger's* Angabe, und entspricht also einem von 360 Windungen nach *Nobili.* Der zu diesen Windungen genommene versilberte Kupferdraht N. 12 hat 0,1 Linie Durchmesser, und ist nur ein Mal mit sechsfacher Seide so übersponnen worden, daſs ein Stück von 40 Kl. nach dem Überspinnen 4 $^3/_4$ Loth wog. Die 2″ 9‴ langen Nadeln sind Stücke einer gerade gebogenen, 1 $^1/_6$‴ breiten Uhrfeder. Sie sind in ihrer Mitte durchbohrt, und stecken auf einer 1″ 7‴ langen, und $^1/_2$‴ dicken Achse von Strohhalm, die mit dem in ihrem oberen Ende befestigten Häkchen an einem 11″ langen Coconfaden hängt. Die Nadeln wurden so lange gestrichen, bis sie an beiden Polen gleich schwere Drahtstückchen tragen konnten. Verbunden, machen sie 30 Schwingungen in

einer Minute, wenn ihre gleichnamigen Pole einerlei Richtung haben, und 3 bis 4 Schwingungen, wenn ihre gleichnamigen Pole nach entgegengesetzten Richtungen gekehrt sind. Da die richtende Kraft des Erdmagnetismus dem Quadrate dieser Zahlen proportional ist, und aufserdem bei einem Multiplicator mit zwei Nadeln anderthalb Mal so viel wirksame Ströme Statt finden, als bei einem mit einer Nadel, so sieht man, dafs bei gleich viel Windungen der erstere leicht hundert Mal so empfindlich seyn kann, als der letztere. Jeder der beiden Räume für die Nadeln hat 3'' 6''' Länge und 5''' Höhe. Die Weite der Öffnungen, durch welche die Verbindungsachse der Nadeln herabhängt, beträgt 2 1/2'''. Das untere Ende dieser Achse ragt nur 3/4''' unter der untern Nadel hervor, und trägt ein 1 1/2''' breites und 1''' dickes Korkscheibchen, durch welches in horizontaler Richtung und senkrecht zu der Richtung der Nadeln ein Zeiger gesteckt ist, der mit den Nadeln gleiche Länge hat, und aus einem 1/6''' dicken Strohhalme besteht. Der von 5 zu 5 Graden getheilte, und wie Fig. 16 zeigt, durchbrochene Kreis, auf welchem der Zeiger spielt, ist von hinlänglich steifem Papiere, und so eingeschrieben, dafs die Grade von 0 aus, sowohl rechts als links, bis 180 fortlaufen. Er ist auf dem Würfel von Kork, der das Drahtgewinde trägt, so befestigt, dafs wenn die Richtung der Nadeln mit der Windungsebene zusammenfällt, die beiden Enden der untern Nadel auf 90, und die beiden Enden des Zeigers auf 0 und 180 stehen. In dem eben genannten Korkwürfel steckt auch die gebogene Thermometerröhre, welche oben ein anderes Stückchen Kork mit einer zum Haken gebogenen Stecknadel trägt, an welcher der Coconfaden hängt. Durch Drehen und Verschieben, sowohl des untern Endes der Thermometerröhre in dem Korkwürfel, als auch des oberen Kork-

stückchens und der Stecknadel, hat man mehr als hinreichende Mittel zum leichten Centriren der Achse und der Nadeln. Der Korkwürfel wird von dem Fuſse eines Stengelglases getragen, und dieser Fuſs ist mit Hülfe eines untergelegten Stückes Papier auf eine achtzöllige Spiegelplatte festgeleimt. Auf der Spiegelplatte steht auch die alles übrige bedeckende, 5″ 3‴ weite und 16″ hohe Glasglocke, die zugleich mit ihrem Rande die beiden Drahtenden des Multiplicators gegen die Platte drückt und festhält. Das Ganze ruht auf einem mit Schrauben zum Horizontalstellen versehenen Brete, und läſst sich auf demselben verschieben, um die Windungsebene leicht in die Richtung der Nadeln bringen zu können. Die Electrisirmaschine, deren ich mich bediente, ist eine von *Rössler* ausgeführte *Wolfram*'sche Glasglockenmaschine.

Bei den ersten Versuchen hatte der Multiplicator weder Kreis noch Zeiger. Als ich die Maschine, deren beide isolirte Conductoren durch den Multiplicator verbunden waren, zum ersten Male in Bewegung setzte, erhielt ich keine Ablenkung; aber vom zweiten Male an war bei jeder Wiederholung des Versuchs die Ablenkung so stark, daſs sich die Nadeln senkrecht gegen die Windungsebene stellten. Mein Vergnügen über das scheinbare Gelingen des Versuchs währte aber nicht lange; denn als ich anfing die Richtung der Abweichung mit der Lage der Pole und der Conductoren zu vergleichen, fand ich nicht immer die nöthige Übereinstimmung.

Dieser Umstand, verbunden mit der Unbeweglichkeit der Nadeln im ersten Versuche, führte mich nun auf die Vermuthung, daſs der Multiplicator hier wie ein *Coulomb*'sches Electroscop wirke, indem nämlich die Electricität in dem Drahte des Multiplicators noch Spannung genug habe, um, wenn zuerst durch ein zufälliges

Schwanken die leitende Verbindungsachse der Nadeln mit dem Gewinde in Berührung gekommen ist, die Nadeln durch Mittheilung zu electrisiren, und dann bei wiederholtem Drehen der Maschine abzustoſsen.

Diese Vermuthung wurde mir zur Gewiſsheit, als ich mich erstlich durch angebrachte Electrometer von dem wirklichen Vorhandenseyn einer bedeutenden electrischen Spannung in den Drahtenden des Multiplicators überzeugte, und dann auch fand, daſs ich die Nadeln, wenn sie nicht völlig in Ruhe waren, schon dadurch nach Belieben östlich oder westlich ablenken konnte, daſs ich die Maschine in dem Augenblicke zu drehen anfing, in welchem die Nadeln gerade eine kleine Schwankung nach der Seite hin machten, nach welcher die Ablenkung geschehen sollte.

Da ich nun glaubte, daſs diese, die magnetische Ablenkung störende Spannung bloſs daher rühre, daſs der zum Multiplicator gewählte Draht zu schwach sey, um die erzeugte Electricität schnell genug abzuleiten, so faſste ich den Entschluſs, für diese Art von Versuchen einen andern Multiplicator von stärkerem Drahte zu verfertigen. Um nun die nöthige Stärke des Drahtes durch Versuche auszumitteln, verband ich die beiden isolirten Conductoren der Maschine nach und nach mit verschiedenen stärkeren Drähten; allein ein mehrere Fuſs langer, 1''' dicker versilberter Kupferdraht brachte ein daran gehängtes Hollundermarkkugel-Electrometer selbst dann noch bedeutend zum Divergiren, wenn die beiden Conductoren noch auſserdem durch einen darüber gelegten, 2''' dicken Eisendraht verbunden waren. In der Absicht, zu untersuchen, ob und wo ein Ausgleichungspunct in dem kupfernen Verbindungsdrahte Statt finden möchte, brachte ich an demselben und an dem Hauptconductor mehrere Electrometer an, und fand nun, als

die Maschine in Bewegung gesetzt wurde, daſs alle negative Electricität anzeigten. Der gesuchte Übergangspunct lag daher wahrscheinlich zwischen dem Einsauger und der Glocke, und der Hauptconductor war durch seine Verbindung mit dem isolirten Reibzeuge zu einem Theile des letztern geworden. Da ich indessen bei späteren Versuchen zuweilen beide Conductoren zugleich positiv gefunden habe, so scheint weder das eine noch das andere allgemein zu seyn, und ich habe noch keine Muſse gefunden, den diesen Wechsel bedingenden Umständen nachzuspüren.

Da nun die Hoffnung, durch einen Multiplicator von stärkerem Drahte einen besseren Erfolg zu erhalten, verschwunden war, so wurde der schon fertige wieder herbeigeholt, und bloſs darauf gedacht, die Spannung des electrischen Stromes durch veränderte Ableitung zu vermindern. Durch dieses Mittel erreichte ich auch wirklich meine Absicht; denn als ich, nachdem die beiden Conductoren durch den Multiplicator verbunden waren, auch noch den einen mit dem Fuſsboden in leitende Verbindung setzte, erhielt ich einen Strom, dessen Spannung nur noch auf das Goldblatt-Electrometer wirkte, und dabei sehr bedeutende und regelmäſsige Abweichungen am Multiplicator hervorbrachte.

Diese Abweichungen erreichten jedoch, selbst mit ihren ersten Schwingungen, nie mehr das Maximum; und als ich sie wieder durch Vermehrung der Spannung, indem ich die leitende Verbindung zwischen dem einen Conductor und dem Fuſsboden aufhob, in ihrer ersten Gröſse und Unregelmäſsigkeit herstellen wollte, konnte ich nicht dazu gelangen.

Der Grund hiervon lag in der Art, wie unterdessen der durchbrochene Papierkreis angebracht worden war. Der Multiplicator hatte nämlich noch keinen besonderen

Zeiger, und der Kreis war so befestigt, daſs die untere Nadel selbst als Zeiger dienen sollte. Hierdurch hatten die zwei Speichen des Kreises eine senkrechte Richtung gegen die Windungsebene, und wirkten daher durch electrische Abstoſsung der magnetischen Ablenkung entgegen. Nachdem ich aber den oben beschriebenen Zeiger angebracht, und diesem gemäſs den Kreis so befestigt hatte, daſs die Speichen mit dem untern Theile der Windungen parallel waren, konnte ich wieder nach Belieben alle Erscheinungen der ersten Versuche hervorbringen, sobald ich durch unvollkommene Ableitung die Spannung des Stromes verstärkte.

Was nun die Gröſse der erhaltenen Ablenkungen betrifft, so war diese sehr verschieden, und hing von der Wirksamkeit der Maschine ab. Da die Glocke derselben nicht vollkommen rund ist, so hatte der electrische Strom nicht Stetigkeit genug, um die Nadeln zur Ruhe kommen zu lassen. Überdieſs war die Wirksamkeit der Maschine, wenn sie mehrere Minuten anhaltend in Bewegung gesetzt wurde, beständig abnehmend, so daſs die Nadeln, wenn sie auch nur noch kleine Schwankungen machten, sich doch allmählig ihrer ursprünglichen Lage näherten. Ich will deſshalb statt der muthmaſslichen constanten Abweichungen die Gröſse der 20 ersten Schwingungen bei einigen Versuchen hersetzen.

1. Vers.		2. Vers.		3. Vers.		4. Vers.	
Abw. östl.		Abw. westl.		Abw. westl.		Abw. östl.	
50°	5°	68°	7°	57°	7°	52°	7°
38	8	51	12	47	11	40	10
31	10	42	17	39	15	33	13
27	11	35	20	33	17½	28½	15
24	12½	33	21	31	19	26	17
21	13	30	22	28	21	25	18½
18½	13½	28	23	27	22	22	18½
18	13½	28	23	26	22	23	18½
16½	13	27½	23	25	22½	23	19
16½	13½	26½	23	24	22	22	19

Zwischen dem ersten und zweiten Versuche wurde das Reibzeug etwas stärker angespannt, und die Richtung des Stromes in Beziehung auf den Multiplicator geändert. Das letztere geschah auch zwischen dem dritten und vierten Versuche. Die Richtung der Ablenkung erfolgt jedes Mal so, daſs wenn man die Electrisirmaschine mit einem galvanischen Plattenpaare vergleicht, der mit dem Reibzeuge verbundene Conductor dem Zinke, und der andere dem Kupfer entspricht.

Wenn das eine Ende des Multiplicators mit dem Reibzeuge verbunden war, und das andere Ende entweder in irgend einer Entfernung gegen den Hauptconductor gestellt, oder auch mit dem Fuſsboden in Verbindung gebracht wurde, so war die Spannung des Stromes so stark, daſs sie die Abweichung bedeutend modificirte.

Bei den Versuchen, die Ablenkung durch die Entladung einer Flasche zu bewirken, war das eine Ende des Multiplicators mit der 170 Quadratzoll haltenden äussern Belegung, und das andere mit der entladenden Spitze verbunden. Durch starke Ladung und schnelle Annäherung der Spitze erhielt ich Schwingungen von 70 bis 80°, ohne dabei eine bedeutende Spannung des Stromes zu bemerken.

Als ich bei einer solchen Entladung die Spitze dem Knopfe der Flasche zu nahe gebracht, und diese dadurch mit einem Schlage entladen hatte, waren die Pole der Nadeln umgekehrt. Ein Schlag, den ich in entgegengesetzter Richtung über die ruhenden Nadeln gehen lieſs, kehrte die Pole nicht wieder um; als ich aber die Nadeln in starke Schwingungen gesetzt, und während einer passenden Abweichung den Schlag erfolgen lieſs, erhielten die Pole ihre erste Lage wieder. Die Dauer der Schwingungen sowohl als die Empfindlichkeit hatten sich

durch diese doppelte Umkehrung der Pole nicht merklich geändert.

Es scheint daher, daſs dieses Mittel bei der Verfertigung eines nach *Schweigger's* Angabe gewundenen Multiplicators die Magnetisirung der Nadeln durch Streichen überflüssig macht. Wenn sich aber die eine Nadel, wie bei *Nobili*, auſserhalb der Windungen befindet, und daher nur halb so viel wirksamen Strömen ausgesetzt ist, als die andere, so möchte durch dieses Mittel der Magnetismus der Nadeln nicht gleich genug werden.

In Beziehung auf die Wichtigkeit einer guten Isolirung der Windungen habe ich bis jetzt nur folgende Versuche anstellen können. Die beiden Enden des Multiplicators, welche nur 1 Fuſs lang unter der Glocke desselben übersponnen hervorragten, waren mit den beiden Conductoren der 6 Fuſs entfernten Maschine durch blanke versilberte Kupferdrähte in Verbindung gesetzt. Wurden nun die blanken Enden des Multiplicators durch einen blanken Draht verbunden, so zeigte sich keine Ablenkung, obgleich das mit dem einen Ende an einer übersponnenen Stelle in Berührung gesetzte Goldblatt-Electrometer immer noch eine kleine Divergenz zeigte; wurden aber die beiden Enden da, wo sie noch übersponnen waren, durch den blanken Draht verbunden, wodurch an den beiden Verbindungsstellen das isolirende Mittel nur halb so dick, als an allen übrigen Berührungsstellen war, so war die Abweichung nicht merklich verschieden von derjenigen, welche ich ohne diese Verbindung erhielt.

Dasselbe Resultat ergab sich, als an den blanken Enden zwei blanke Drähte aufgehängt, und mit ihren untern Enden in eine gesättigte Kochsalzauflösung getaucht wurden: in welchem Falle jedoch, um das Resultat möglichst rein zu erhalten, die Maschine nicht

eher in Bewegung gesetzt werden durfte, als bis die, von ungleichzeitigem Eintauchen und von ungleicher Beschaffenheit der Oberfläche der eingetauchten Drähte herrührende hydroelectrische Wirkung vorüber war. Wenn sich die eingetauchten Drähte innerhalb der Flüssigkeit berührten, so zeigte sich keine Abweichung.

Diese Versuche beweisen indessen bloſs, daſs man es an einzelnen Stellen mit der guten Isolirung nicht so genau zu nehmen braucht; in wiefern aber die gute Isolirung zwischen den Windungen, welche sich an unendlich vielen Stellen berühren, von Einfluſs ist, bleibt noch unentschieden.

Einen mehr entscheidenden Versuch habe ich in Beziehung auf die Behauptung *Colladon's* angestellt, daſs der durch die Berührung zweier Metalle erzeugte electrische Strom wegen seiner geringen Intensität in einem so langen Leiter, als der Draht seines Multiplicators sey, fast gänzlich gehemmt werde.

Um einen hinlänglich constanten Strom zu erhalten, nahm ich einen Eisendraht (Claviersaite, N. 4) und einen ungefähr eben so starken Platindraht, und steckte diese parallel durch einen Korkstöpsel, so daſs sie 2‴ von einander entfernt waren. Dann wurde der Korkstöpsel so auf ein cylindrisches, mit destillirtem Wasser gefülltes Gläschen gesteckt, daſs die untern gleich weit hervorragenden Drahtenden ungefähr 2″ tief ins Wasser tauchten. An die oberen Enden waren Häkchen gebogen, um andere Drähte leicht anhängen zu können. Da ich verhindert wurde, unmittelbar nach der Zusammensetzung dieses Apparates Versuche mit demselben anzustellen, so blieb er bis zum folgenden Morgen stehen. Dann wurde er mit dem Multiplicator in Verbindung gesetzt, und nun brachte er eine Abweichung von 12° hervor, die so constant war, daſs sie sich während

einer Stunde um keinen Grad änderte. Nachdem ich mich von dieser Beständigkeit versichert hatte, brachte ich zwischen den einen Draht des Apparates und das eine Ende des Multiplicators einen übersponnenen Draht, der die halbe Länge des Multiplicators hatte, und mit demselben von einem Stücke war; allein, als die Nadeln wieder zur Ruhe gekommen waren, konnte ich nicht die geringste Verminderung der Abweichung bemerken. Eine mehr als zehnmalige Wiederholung des Versuchs, wobei ich abwechselnd die Verbindung bald mit dem Drahte, bald ohne denselben herstellte, gab immer dasselbe Resultat.

Hierbei begegnete es mir ein Mal, als ich die Verbindung ohne den übersponnenen Draht hergestellt hatte, daſs die Wirkung ausblieb. Eine Untersuchung, ob sich die ziemlich nahe an einander hinlaufenden Verbindungsdrähte berühren möchten, zeigte, daſs dieses nicht der Fall war. Als ich aber den einen Draht anfaſste, und sich dadurch die Berührungsstelle an dem Häkchen des Apparates änderte, trat die erwartete Ablenkung plötzlich ein. Ein Stäubchen, das die metallische Berührung gehindert hatte, muſste die Ursache gewesen seyn.

Da nun der Draht des Multiplicators ungefähr 80, und das zu den Versuchen gebrauchte Stück 40 Meter lang ist, so gibt dieses zusammen eine Länge, welche zu 540 einfachen Windungen für meine Nadeln hinreichend gewesen wäre, und welche daher höchst wahrscheinlich der Länge von *Colladon's* Multiplicator nicht nachsteht. Nimmt man hierzu den Umstand, daſs das Stück von 40 Meter nicht einmal als Multiplicator wirken konnte, so ist die Behauptung *Colladon's*, daſs die Unempfindlichkeit seines Multiplicators gegen hydro- und thermoelectrische Ströme eine Folge seiner zu groſsen Länge sey, hinlänglich widerlegt.

Wie empfindlich mein Multiplicator für hydroelectrische Ströme ist, geht schon aus dem oben beschriebenen Versuche hervor; ein Beispiel seiner Empfindlichkeit für thermoelectrische Ströme ist folgendes. Wenn ich zwischen seine Enden ein Kettchen hänge, dessen 2″ lange, blofs in einander gehängte Glieder abwechselnd aus Platin- und Eisendraht von der oben angegebenen Stärke bestehen, und nehme dann eine Verbindungsstelle zwischen den Daumen und Zeigefinger, so erhalte ich, wenn die Temperatur der Luft 18°, und die der Fingerspitzen 28° R. ist, eine constante Abweichung von 7 ½°; fasse ich zugleich eine zweite, ähnlich liegende Verbindungsstelle auf dieselbe Art mit der andern Hand, so wird die Abweichung verdoppelt. Selbst dann, wenn man statt des Kettchens blofs einen 2″ langen Platindraht einhängt, und eine der Verbindungsstellen zwischen die Finger nimmt, erhält man bei der angegebenen Temperaturdifferenz eine Abweichung von 3 ½°.

Es ist daher nicht wohl zu begreifen, wie *Colladon* einen Umstand hat übersehen können, vermöge dessen er bei einem angelötheten Platindrahte und einer Temperaturdifferenz von 1000° noch keine Abweichung von einem Grade, und bei einem in gesäuertes Wasser getauchten Plattenpaare von 4 Quadratfufs Oberfläche nur eine Abweichung von 2 bis 3° erhielt.

Was endlich die Vergleichung der durch hydro- und thermoelectrische Ströme hervorgebrachten Abweichungen mit den durch Reibungs-Electricität erhaltenen betrifft, so kann diese nur dann zuläfsig seyn, wenn man entweder den von der Spannung der Reibungs-Electricität herrührenden electroscopischen Einflufs gehörig in Rechnung zu bringen weifs, oder den Multiplicator so construirt, dafs er für diesen Einflufs unempfänglich ist. Das letztere läfst sich vielleicht dadurch ziemlich errei-

chen, dafs man die Nadeln auf volle Kreise von Goldpapier befestigt.

II.
Beschreibung einer Kaffehmaschine;

vom

Professor *Nörrenberg.*

Diese Maschine ist eigentlich ein physikalischer Apparat, den ich im verflossenen Winter zusammen setzte, um meinen Zuhörern die Anwendung des Dampfes und des Heronsballes bei Kaffehmaschinen anschaulich zu machen. Die Wirksamkeit und die einfache Construction dieses Apparates haben indessen veranlafst, dafs auch mehrere meiner Zuhörer und Bekannten solche Apparate zusammengesetzt haben, und sich desselben mit grofser Zufriedenheit bedienen.

Die Figur 17 stellt einen Durchschnitt des Apparates in einem Viertel der natürlichen Gröfse vor. *A* ist eine Flasche von weifsem Glase, deren Boden abgesprengt ist. In dem Halse derselben steckt möglichst fest ein durchbohrter Kork *B*, und in diesem eine Glasröhre *a b* von dritthalb Linien innerem Durchmesser, welche, um ihre solide Verbindung mit der Flasche zu erhalten, nie mehr von derselben getrennt wird. Gegen die Flasche hin erweitert sich die Öffnung des Korkes trichterförmig, und ist an ihrem weitesten Ende durch eine kleine zinnerne Seihe *c*, die zwischen zwei Hervorragungen des Korkes gut eingeklemmt ist, geschlossen. *C* ist ein gewöhnliches Arzeneiglas mit dünnem Boden. *D* ist ein Kork, der für immer an einer solchen Stelle auf der

Glasröhre steckt, dafs wenn man mit demselben den Hals des Glases *C* luftdicht schliefst, die Röhre fast bis an den Boden reicht.

Die Behandlung dieses Apparates, wozu noch ein gewöhnlicher Lampenofen *E* und eine Spirituslampe *F* gehört, ist folgende: Sobald das Wasser in dem offenen Glase *C* vollständig kocht, wird die Flasche mit der Röhre aufgesteckt, und dadurch der Hals des Glases luftdicht verschlossen. Während nun die eingeschlossenen Dämpfe das Wasser aus dem Glase in die Flasche treiben, schüttet man auch den schon bereit liegenden gemahlenen Kaffeh in die Flasche, und hält dieselbe, um sie vor dem Umfallen zu schützen, so lange an, als man mit Hülfe der Dämpfe, welche sich aus dem auf dem Boden des Glases zurückgebliebenen Wasser bilden, den Kaffeh in der Flasche kochen lassen will. Wenige Secunden, deren Anzahl jedoch von der Stärke der Flamme und der Quantität des zu machenden Kaffehs abhängt, sind hinreichend, den Kaffeh so weit durchzukochen, dafs nichts mehr von demselben auf der Oberfläche der Flüssigkeit herumschwimmt. Nimmt man alsdann die Lampe weg, so wird die Flüssigkeit durch den Druck der Luft in das luftleere Glas filtrirt.

Die zum Filtriren nöthige Zeit hängt zwar von der Gröfse und Anzahl der Seihenlöcher (die Seihenlöcher meiner Maschine haben $^1/_3{}'''$ Durchmesser), von der Feinheit des gemahlenen Kaffehs, und von der zufälligen, mehr oder weniger genauen Bedeckung aller Seihenlöcher durch gröbere Kaffehkörner ab; ist aber auch unter den ungünstigsten Umständen noch viel kürzer, als bei allen Maschinen, in welchen der Kaffeh blofs durch seine eigene Schwere filtrirt wird, und zwar so kurz, dafs nach der völligen Beendigung des Filtrirens der Kaffeh selbst dann noch für die meisten Zungen zu heifs

ist, wenn er in dem gewöhnlichen Verhältnisse mit kalter Milch vermischt wird. Der Kaffehsatz wird so rein ausgepreſst, daſs derselbe, wenn man, um ihn heraus zu nehmen, in die Röhre bläst, als ein fest zusammengeballter Klumpen herausfällt, der die Form des Flaschenhalses hat.

Durch das luftdichte Schlieſsen der Korke, welches unerläſslich ist, wenn die angegebene Wirkung Statt finden soll, und welches nur dadurch erhalten werden kann, daſs die Durchbohrungen nach und nach mit angemessenen runden Feilen sorgfältig erweitert werden, bietet dieser Apparat auch noch nebenher folgende zwar bekannte, aber deſshalb nicht weniger interessante Erscheinungen dar.

Sobald man die Lampe weggenommen hat, füllt sich die Röhre nur allmählig von oben nach unten an; in dem Augenblicke nun, in welchem die Flüssigkeit den Boden des Glases berührt, entsteht eine plötzliche Expansion, vermöge welcher die Dämpfe die in der Röhre enthaltene Flüssigkeit zurücktreiben, und sich einen Ausweg durch die Flüssigkeit in der Flasche verschaffen. Der Grund dieser Erscheinung liegt wahrscheinlich darin, daſs die Spitze des Bodens, während der Kaffeh in der Flasche kocht, von Wasser entblöſst wird, und dadurch eine so hohe Temperatur annimmt, daſs sie die erste Flüssigkeit in Dämpfe verwandelt, welche die vorher eingeschlossenen an Elasticität übertreffen.

Da schon mit dem Anfange des Filtrirens die sich zuerst senkenden gröberen Kaffehkörner die Seihe dergestalt verstopfen, daſs die Flüssigkeit nicht schnell genug in das untere Gefäſs dringen kann, um das Gleichgewicht zwischen der Expansivkraft der sich abkühlenden Dämpfe und dem Drucke der Atmosphäre zu erhal-

ten, so wird dadurch der Druck der Dämpfe auf die Oberfläche der sich im unteren Gefäſse sammelnden Flüssigkeit in einem solchen Grade vermindert, daſs dieselbe beständig siedet, obgleich ihre Temperatur bereits weit unter derjenigen ist, bei welcher sie in einem offenen Gefäſse sieden würde. Beschleunigt man die Abkühlung der Dämpfe durch eine nur augenblickliche Umfassung des leeren Theiles mit der Hand, so verwandelt sich das Sieden in ein plötzliches Aufbrausen.

Bedient man sich, um die Abkühlung stärker und anhaltend zu beschleunigen, kalter Umschläge oder eines Handblasebalges, so wird dadurch das Filtriren nicht sehr merklich beschleunigt, weil sich die Seihe desto fester verstopft; aber über der Flüssigkeit in dem unteren Gefäſse bildet sich ein Schaum, wie in einem Glase mit Bier unter dem Recipienten der Luftpumpe.

Durch beschleunigte Abkühlung fast immer, oft aber auch bei hinreichender Verstopfung der Seihe von selbst, verwandelt sich die Flüssigkeit, so wie sie aus dem oberen Gefäſse in die Röhre tritt, wegen Mangel an äuſserem Drucke in lauter kleine Dampfbläschen, welche die ganze Röhre füllend, in derselben spielend hinabrieseln, und fast den nämlichen schönen Anblick gewähren, den man mit einem guten Mikroscope hat, wenn man die Blutcirculation in jungen Fischen beobachtet.

III.

Noch ein Wort über den *Woulfe*'schen Destillations-Apparat;

vom

Professor *Pleischl.*

Im Jahre 1825 beschrieb ich [1]) einen sehr einfachen und wenig kostspieligen *Woulfe*'schen Apparat, der jedoch zu allen Zwecken des Apothekers nicht nur hinreicht, sondern, wie mich seither die Erfahrung belehrte, sehr vortheilhaft angewendet werden kann.

Herr *W.* in Meifsen [2]) ging noch weiter, und schlug vor, statt der Korkstöpsel nicht zu dickes Kautschuk zur Verschliefsung der Flaschen anzuwenden. Er sticht drei Löcher hinein, bindet das Kautschuk auf die Flaschen fest, und steckt die Glasröhren durch die Löcher Das Kautschuk zieht sich um die Glasröhren eng herum, und soll nach seiner Meinung genauer verschliefsen, als es beim Korke der Fall seyn kann; sollte es aber nicht luftdicht genug seyn, so dürfte man nur durch Umbinden mit Bindfaden oder Draht das Kautschuk fester an die Glasröhre zu bringen suchen, welches sich bei nicht zu dickem Kautschuk leicht thun läfst.

Herr Hofrath *Buchner* hat sich in einer Nachschrift sehr vortheilhaft über diese neue Verbesserung ausgesprochen. Ich befolge, so weit es einem Einzelnen möglich ist, gern den Grundsatz: »Prüfet Alles, und das Beste behaltet;« beschlofs daher bei nächster Gelegen-

[1]) *Buchner's* Repertor. f. d. Pharmacie. B. 21. S. 455. — *Schweigger's* Journal d. Chemie u. Phys. 44. 429.

[2]) *Buchner's* Repertorium, B. 22. 243.

heit die Kautschukverschliefsung zu versuchen, obschon mir *a priori* einige Zweifel dagegen aufstiegen.

Zuerst mufsten nicht zu dicke Kautschukbeutel gesucht werden. Nach langem Herumsuchen fand ich unter einer grofsen Anzahl derselben einige wenige heraus, die ich vor der Hand für geeignet hielt. Im heifsen Wasser erweicht, wurden sie erst in erforderlich grofse Stücke zerschnitten, diese nach der obigen Anleitung durchstochen, die Glasröhren durchgesteckt, und auf die Hälse der Flaschen gebunden. Das luftdichte Anbinden machte schon einige Schwierigkeiten, doch wurden sie beseitigt. Nachdem nun der ganze Apparat mit Kautschuk verschlossen war, wurde auf das in der Retorte befindliche Kochsalz Schwefelsäure gegossen, und die Bereitung der Salzsäure begonnen. Anfangs ging es ziemlich gut, obschon der Anblick dieses Apparates das Auge nicht erfreute; denn die Glasröhren waren in den verschiedensten Richtungen geneigt, und nicht eine einzige konnte in einer senkrechten Stellung erhalten werden.

Nach einer Stunde ungefähr bewirkte ein in Ätzammoniakwasser getauchter Glasstab, über die Kautschukverschliefsung gebracht, dichte weifse Nebel, zum Beweise, dafs der Kautschuk nicht mehr luftdicht an den Glasröhren anschlofs; bald darauf entwichen häufig salzsaure Dämpfe, so zwar, dafs die Operation unterbrochen werden mufste, indem ein schnelles Verschliefsen hier nicht mehr möglich war. Bei genauer Untersuchung des abgenommenen Kautschuk überzeugte man sich, dafs er seine contractile Elasticität gröfstentheils verloren hatte; denn die Öffnungen behielten ihren grofsen Durchmesser, nachdem die Glasröhren herausgenommen worden waren, und zogen sich nicht mehr zusammen. Um die Sache recht anschaulich zu machen, mufs ich bemerken, dafs die Öffnungen anfangs nur sehr klein und

rund gemacht, wurden, etwa so groſs O, und die Glasröhren muſsten mit einiger Kraft durchgesteckt werden; beim Herausnehmen gingen die Glasröhren leicht heraus, und die Öffnungen blieben beiläufig so groſs  offen.

Obschon die Resultate dieses ersten Versuches nicht sonderlich geeignet waren, zur weitern Fortsetzung anzueifern, so wollte ich doch nicht auf halbem Wege stehen bleiben oder umkehren. Ich lieſs in dem Kautschuk röhrenförmige Verlängerungen bewirken, indem er über runde Holzstäbchen gezogen, und daran festgebunden wurde. Diese beiläufig ½ Zoll langen Röhrchen wurden oben rund durchschnitten, die Glasröhren durchgesteckt, und mittelst Seidenfäden beides fest zusammen gebunden. Alles dieses ist leicht gesagt, aber nicht so leicht gethan, und ich überzeugte mich dabei, daſs man, um recht wenig zu sagen, eher und mit geringerer Mühe drei Korkstöpsel durchbohren, die Glasröhren befestigen und luftdicht einkitten wird, als ein einziges Stück Kautschuk mit der Glasröhre luftdicht zu verschlieſsen. Indessen wurde keine Mühe gescheut, der Apparat zusammengesetzt, und die Salzsäure-Entwicklung fortgesetzt; anfangs schien die Verschlieſsung zwar gut zu halten, aber nach einer Stunde hatten sich die salzsauren Dämpfe schon wieder durchgearbeitet, und entwichen so häufig, daſs die Operation neuerdings unterbrochen werden muſste.

Das Kautschuk erlitt an der den salzsauren Dämpfen zugewendeten Seite eine ziemliche Veränderung; es wurde spröde, rauh, röthlich gelb, und zerriſs beim Auseinanderziehen.

Die bisher erzählten Versuche lieſsen zwar mit Recht an einem günstigen Erfolge überhaupt zweifeln; um aber

ein Übriges zu thun, wurde noch ein Versuch gemacht, und der Apparat mit Kautschuk bei der Salpetersäure-Bereitung in Anwendung gebracht, das Kautschuk jedoch, da das im Handel vorkommende noch immer Schwierigkeiten bei der Anwendung verursachte, eigens zubereitet, wie später angegeben werden soll.

Der Erfolg war, wie leicht vorauszusehen, ungünstig. Anfangs ging zwar alles so ziemlich gut, aber in kurzer Zeit, als die Operation bei verstärktem Feuer etwas rascher ging, wurde der Kautschuk der ersten Flasche ganz zerfressen, gelb gefärbt, und zerstört; es mufste daher schnell ein Korkstöpsel an seine Stelle gebracht werden, um die Operation fortzusetzen. In der zweiten Flasche blieb die Kautschukverschliefsung, und hielt bis ans Ende der Operation, war aber ebenfalls schon gelb gefärbt, voll von Blasen, und würde kaum mehr eine halbe Stunde gehalten haben, war daher zu einer folgenden Operation durchaus nicht mehr zu brauchen. In der dritten Flasche fand man das Kautschuk ebenfalls schon stark angegriffen.

Als ich dieses Resultat Herrn *Popp*, einem hiesigen sehr geschickten technischen Chemiker erzählte, versicherte er, dafs ihm bei der Bereitung der Salzsäure ganz dasselbe begegnete, wie mir bei der Salpetersäure; auch ihm wurde das Kautschuk ganz zerfressen und unbrauchbar.

Die Folgerungen ergeben sich aus dem Angeführten sehr leicht, sie sind:

1. Die Kautschukverschliefsung ist beim *Woulfe*'schen Apparat nichts weniger als wohlfeil und bequem in der Anwendung;
2. sie ist unzweckmäfsig und unbrauchbar.

Zur Bereitung des Ätzammoniaks das Kautschuk weiter zu versuchen, hatte ich keine Lust mehr, und

zur Ätherbereitung kann es ohnehin nicht angewendet werden, da es durch ihn, wie bekannt, aufgelöst wird.

Wenn ich früher (*Buchner's* Repertor. 21. 461) guten Kork zur Zusammenstellung meines einfachen *Woulfe*'schen Apparates verlangte, woran Herr Hofrath *Buchner* Anstofs genommen zu haben scheint, so kann ich jetzt versichern, dafs ich bei der Salpetersäure-, Salzsäure-, Ammoniak- und Äther-Bereitung geflissentlich nur ganz gewöhnlichen, ja *schlechten* Kork absichtlich anwenden liefs, und dabei die Überzeugung erhielt, dafs bei einiger Sorgfalt im Verkitten, wozu gar nicht viel gehört, der fette Thon- und Mandelkleienkitt so vollkommen luftdicht schliefst, dafs auch nicht die geringste Spur von Gasentweichung bemerkt werden kann. Überhaupt scheint man sich vor dem Lutiren ärger als vor einem Gespenste zu fürchten; aber man trete dem Dinge nur näher, schaue ihm dreist ins Gesicht, und es wird gehen wie bei allen Gespenstern, man wird nämlich Alles natürlich, leicht und einfach finden.

Will man gar recht sicher gehen, so binde man eine angefeuchtete Schweinsblase — die man durchsticht — luftdicht an die Glasröhren mit Zwirn- oder Seidenfäden fest über die Verkittung um den Hals der Flasche, was leicht auszuführen ist.

Ich glaube daher, dafs die theure Kautschukverschliefsung den wohlfeileren und zweckmäfsigeren Kork bei der Zusammenstellung des *Woulfe*'schen oder *Meifsner*'schen Apparates nicht verdrängen werde; ich wenigstens finde mich veranlafst, dem Korke unbedingt in jeder Rücksicht den Vorzug zu geben.

Verfahren, das Kautschuk in Beuteln zu grofsen Flächen auszudehnen.

Bei dem Verschliefsen des *Woulfe*'schen Apparates nach *W.* mit Kautschuk gab es manche Schwierigkeit zu überwinden, welche daher rührte, dafs die Kautschukbeutel, wie sie gewöhnlich im Handel vorkommen, zu dick, zu stark in der Masse sind; ich sann daher auf Mittel, diesem Übelstande zu begegnen.

Obgleich in dem vorigen Aufsatze gezeigt worden, dafs die Kautschukverschliefsung beim *Woulfe*'schen Apparat nicht den gehofften Nutzen gewähre, nicht anwendbar, ja verwerflich sey, so dürfte es doch in vielen andern Rücksichten nicht ganz nutzlos seyn, ein Verfahren kennen zu lernen, durch welches man das käufliche Kautschuk nach Belieben ausdehnen, und — wenn man es wünscht oder benöthiget — so dünn wie Fledermausflügel erhalten kann.

Nach mehreren Versuchen schien mir endlich das gleich zu beschreibende Verfahren das einfachste und zweckmäfsigste. Der Kautschukbeutel wird in zwei Hälften zerschnitten, die innere Seite von Sand u. s. w. gereinigt, und dann in Schwefeläther, der nicht einmal rectificirt zu seyn braucht, gebracht, das Zuckerglas gut zugebunden und in den Keller gestellt. Ist nach 24 Stunden, zuweilen erfordert es längere Zeit, das Kautschuk schon gehörig durchweicht, so nimmt man es heraus, legt es auf ein Bret, zieht mit den Fingern das Kautschuk aus einander, belastet das Ausgedehnte mit irgend einem schweren Körper, und nagelt endlich die Ränder an. Nach einigen Tagen ist der Äther gänzlich verflogen, das Kautschuk bleibt dünn und ausgedehnt, und eignet sich sehr gut zu mancher Anwendung, z. B. zur Anfertigung von Röhren, um gläserne Gasapparate

beweglich mit einander zu verbinden, zum Verschliefsen und Zubinden der Flaschen, u. s. w.

Faraday *) berichtet, dafs er das Kautschuk in Blöcke zu bringen, und daraus Stücke von jeder beliebigen Dicke und Gröfse zu erhalten wisse, sagt aber nicht, auf welche Weise dieses bewerkstelliget werden könne, sondern bietet solches Kautschuk zum Verkaufe aus, wenn ich mich anders recht erinnere, es irgendwo gelesen zu haben.

Steht einem Kautschuksaft zu Gebote, wie solchen *Faraday* von *Hancok* erhielt, so ist es leicht, Kautschukleder (man wird dieses Wort vielleicht entschuldigen) von jeder beliebigen Form, Dicke und Gröfse zu machen; aber aus den getrockneten Beuteln dünnes Kautschukleder darzustellen, um daraus andere Dinge anzufertigen, ist schwieriger, nach der von mir in Anwendung gebrachten Methode jedoch auch nicht schwer; und die nöthigen Handgriffe, die sich nicht wohl beschreiben lassen, wird Jedermann bald finden, so wie den rechten Zeitpunct — wo das Kautschuk aus dem Schwefeläther genommen werden mufs, damit es nicht zu sehr erweiche, oder sich auflöse — bald zu bestimmen lernen.

Zum Schlusse erlaube man mir noch die Anmerkung, dafs ich die bisher gemachten Vorschläge zur Bearbeitung des Kautschuks zwar kenne und nachzumachen versuchte, aber zu keinem günstigen Resultate gelangte.

---

*) *Geiger's* Magazin f. Pharmacie. Mai 1826. S. 180.

IV.

Untersuchung des Mineralwassers im Waidritzer Thale bei Preſsburg (sogenannten Eisenbrunnen);

von

J. Bachmann.

Specifisches Gewicht bei 16 C° = 1·000198,
Temperatur bei 12 C° = 11 C°.

An der Quelle ist das Wasser klar, wird aber sehr bald trübe, und gibt nach Verlauf von einigen Stunden einen röthlich gelben Bodensatz; sein Geschmack ist tintenartig, der Geruch, wenn man es zuvor stark in einer Bouteille schüttelt, entfernt nach Schwefelwasserstoff.

Vom ungekochten Wasser wurde Lackmus-Tinctur geröthet, diese Röthe verschwand nach zwölf Stunden gänzlich.

Vom Cyaneisenkalium wurde es bläulich gefärbt; durch eine geistige Infusion von Galläpfel entstand augenblicklich ein Purpur, der nach Verlauf von zwei Stunden sehr dunkel wurde.

Salzsaurer Baryt bewirkte eine kaum merkliche Opalisirung, welche sich nach längerer Zeit nicht vermehrte.

Vom Kalkwasser wurde es getrübt, welche Trübung durch zugesetztes Probewasser in etwas verschwand.

Eine starke Trübung brachte kleesaures Ammoniak hervor, die Flüssigkeit wurde erhitzt, filtrirt, und mit basisch phosphorsaurem Ammoniak versetzt, wodurch nach einiger Zeit eine schwache Fällung bewirkt wurde.

Vom salpetersauren Silber wurde das Wasser sogleich purpurroth gefärbt, und nach einiger Zeit ent-

stand ein schwarzer Niederschlag; wurde das Silbersalz mit Ammoniak versetzt, so entstand eine braune Trübung, die sehr bald in einen schwarzen Präcipitat überging; das durch das reine Silbersalz Gefällte wurde zum Theil in Ammoniak gelöst.

Ätzkali bewirkte eine schwache, bald gelblich werdende Fällung, eben so wie auch die Flüssigkeit durch neutrales kohlensaures Kali bloſs opalisirte.

Gekochtes Wasser reagirte weder auf Lackmus, Kalkwasser, noch Eisencyankalium.

Eine gewisse Menge Probewasser wurde fast bis zur Trockne abgedampft, mit Alkohol behandelt, derselbe in einer gewogenen gläsernen Schale abgedampft, der Rückstand mit Wasser übergossen; es wurde alles gelöst. Die Lösung, in die Enge getrieben, gab weder mit reinem, noch mit kohlensaurem Ammoniak eine Trübung, reagirte aber auf Salzsäure.

Das vom Alkohol nicht Gelöste wurde mit Wasser behandelt, im Silbertiegel abgedampft. Salzsaurer Baryt bewirkte keine Trübung *), wohl aber wurde, wenn die Lösung sehr stark abgedampft wurde, geröthetes Lackmuspapier blau.

Das weder vom Alkohol noch Wasser Gelöste wurde mit Salzsäure übergossen; es blieb dabei ein Rückstand, der, mit Soda vor dem Löthrohre behandelt, Glas gab.

Die Lösung wurde mit Ammoniak gefällt, der Präcipitat (*A*) mit Ätzkali gekocht, die Lauge, neutralisirt, gab mit Ätzammoniak einen Niederschlag; das, was Ätzlauge zurücklieſs, wurde in Salzsäure gelöst, das Eisen mit Blutlauge gefällt, die rückständige filtrirte Flüssigkeit wurde durch Ätzammoniak nicht gefällt.

Die Flüssigkeit, woraus sich *A* abgesetzt hatte, wurde

---

*) Nach zugesetzten etwelchen Tropfen Salpetersäure.

durch kleesaures Ammoniak gefällt, und nachdem kleesaurer Kalk abfiltrirt ward, wurde Kalkerde durch phosphorsaures Natronammoniak gefällt.

Es ergaben sich daher als Bestandtheile: salzsaures Alkali, kohlens. Alkali, Kalkerde, Talkerde, Eisenoxyd, Thonerde, Kieselerde, Kohlensäure und Extractivstoff.

75 Unzen ganz frisches Probewasser wurden in einem, mit einer in ein Gemenge von Kalkwasser und Ätzammoniak tauchenden Glasröhre versehenen Kolben durch eine halbe Stunde gekocht. Nachdem keine Luftblasen mehr den sich sogleich condensirenden Wasserdämpfen folgten, wurde das Kochen unterbrochen, die Flüssigkeit der Ruhe überlassen, und der Präcipitat auf ein Filtrum gesammelt, dessen Menge Asche bestimmt war; die Röhre, und was durch Abspühlen nicht wegging, mit etwas Salzsäure befeuchtet, aus derselben mit kleesaurem Ammoniak der Kalk gefällt, und sammt den andern auf dem Filtrum befindlichen geglüht, bis selber eine weiſse Farbe hatte, dann mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet, bis zum Glühen erhitzt und gewogen, er betrug 15·5 Gran.

60 Pfund (12 Unzen das Pfund) Probewasser wurden bei gelinder Hitze bis zur Trockne abgedampft, der Rückstand, indem man selben auf einem Filtrum sammelte, mit kochendem Wasser mehrmals behandelt, bis ein Tropfen auf einer Platinspatel nach dem Glühen keinen Fleck hinterlieſs; die Auflösung, welche vom Extractivstoff braun gefärbt war, wurde in einer Porzellanschale abgedampft, hinlänglich concentrirt in einen Platintiegel gegossen, und zur Zerstörung des Extractivstoffes geglüht, die zurückbleibende Masse war ganz weiſs, und betrug 8·25 Gran; sie wurde in Wasser gelöst, und die Salzsäure mit essigsaurem Silber gefällt,

das Hornsilber ganz strenge getrocknet betrug 5·526 Gran.

Aus der essigsauren Flüssigkeit wurde das Silber mit Salzsäure gefällt, filtrirt, abgedampft, und zur Zerstörung der Essigsäure geglüht; das Alkali, mit Salzsäure gesättigt, zerfloſs an der Luft nicht, auch bewirkte Platinlösung keine Trübung, dasselbe muſste daher Natron seyn, wie sich denn dasselbe schon aus dem Geschmacke des Salzes ergab; hiernach bekömmt man, da 5·526 Gran Hornsilber 2·268 Kochsalz entsprechen, 8·25 — 2·268 = 5·982 kohlensaures Natron.

Der vom Wasser nicht gelöste, auf dem Filtrum befindliche Rückstand wurde getrocknet, vom Filtrum genommen, und sammt dem, was durch Wasser von der Schale nicht weggebracht werden konnte, in Salzsäure gelöst, das Filtrum aber geglüht, und der Rückstand zu den andern Bestandtheilen gerechnet. Die salzsaure Lösung wurde zur Trockne abgedampft, mit ein paar Tropfen Salzsäure übergossen, einige Zeit stehen gelassen, dann in Wasser gelöst, welches Kieselerde zurückließs, die gewaschen und geglüht 14·125 Gran betrug; allein, da sie etwas gelblich gefärbt war, wurde sie noch mit Salzsäure behandelt; sie verlor nach dem Glühen 0·5 Gran, blieb dann aber ganz weiſs. — Die Lösung in Salzsäure wurde mit Ätzammoniak gefällt, filtrirt, gewaschen und abgedampft, dann mit kohlensaurem Ammoniak gefällt.

Das mit Ätzammoniak Gefällte wurde in einem Silbertiegel mit Ätzkali gekocht, nach einer halben Stunde filtrirt, und mit kohlensaurem Alkali *) gefällt; der gut gewaschene und geglühte Rückstand, Thonerde, betrug 1·750 Gran.

---

*) Ammoniak.

Das vom Ätzkali nicht Gelöste wurde geglüht, es gab 12 [1]) Gran; in Salzsäure gelöst und mit bernsteinsaurem Natron das Eisen abgeschieden, fand ich kein Mangan, es war also Eisenoxyd, welchem 17·522 Gran kohlensaures Eisenoxydul entsprechen.

Das durch kohlensaures Alkali Gefällte war kohlensaure Kalk- und Talkerde; sie wurden wohl gewaschen mit Schwefelsäure übergossen und geglüht, Gewicht 41·125; sie wurden mit einer concentrirten Gipsauflösung mehrmal ausgekocht, der Rückstand betrug geglüht 38·375 Gips, folglich das Verlorne 2·750 Bittersalz, welchem 28·279 kohlensaure Kalkerde und 1·932 kohlensaure Talkerde entsprechen.

Es enthalten also 60 Pfund Medicinal - Gewicht Wasser:

Salzsaures Natron . .	2·268 Grane,
Kohlensaures Natron .	5·982 .
Kohlensaure Kalkerde .	28·279,
» Talkerde .	1·932,
Kohlens. Eisenoxydul .	17·522 = 12 Eisenoxyd,
Thonerde	1·750,
Kieselerde	13·625,
Kohlensäure	64·860 = 91·185 C. Z. [2]),
Extractivstoff, unbestimmt.	

---

[1]) Sammt dem halben Gran von der Kieselerde noch abgeschiedenen, und der proportionirten, aus dem Gewichte des verbrannten Filtrum berechneten Menge Eisenoxyds.

[2]) Wenn das specifische Gewicht der Kohlensäure 1·51961 ist, und ein Cubik-Zoll atmosph. Luft 0·4681 Gran wiegt.

V.

Zur Berechnung achromatischer Fernröhre.

Ein Nachtrag

von

I. I. Littrow.

Es ist bekannt genug, um hier keiner eigenen Erörterung zu bedürfen, dafs unter allen unseren ausübenden Künsten vorzüglich die optischen sich zu einer beinahe durchaus mathematischen Behandlung eignen, und dafs ihnen auch seit *Euler*, *Clairaut*, *d'Alembert* u. a. diese Behandlung in einem Grade zu Theil geworden ist, wie sich dessen noch keine andere Kunst rühmen kann. Desto auffallender mufs dann aber auch die Bemerkung seyn, dafs eben diese Kunst es ist, die, jenen ungemeinen Vortheil, an der Hand der Theorie schnell und sicher vorzuschreiten, nicht achtend, sich beinahe ganz auf dem rein practischen Wege, durch Versuche und Experimente, fortgebildet hat.

So viel auch die eben erwähnten Männer geleistet, und so grofse Fortschritte die *Theorie* der Optik, und besonders die der Fernröhre, durch ihre Hülfe gemacht haben mag — auf die *Ausübung* der Wissenschaft, auf den practischen Künstler haben jene sinnreichen Untersuchungen lange nicht den vortheilhaften Einflufs geäufsert, welchen man von ihnen, wie es scheint, mit so grofsem Rechte erwartet hatte. Mit nur sehr wenigen ehrenvollen Ausnahmen sind diese Künstler bei ihren früheren, höchstens durch die ersten Elemente der Wissenschaft etwas geleiteten, Tatonnemens stehen geblieben; und wenn seit *Dollond* bis auf unsere Tage die ausübende Kunst in der That grofse Fortschritte ge-

macht haben soll, so muſs man gestehen, daſs sich von diesen gerühmten Erfolgen jene gelehrten und scharfsinnigen Theorien nur einen äuſserst kleinen Theil zuzuschreiben haben, und vielleicht wird man unter allen bisher ausgezeichneten Künstlern nur einen einzigen finden, in welchem sich groſse theoretische Einsicht mit hoher practischer Geschicklichkeit vereinigten, den aber, noch eh' er die Mitte seiner glänzenden Laufbahn erreichte, ein viel zu früher Tod der Wissenschaft und unserem um ihn trauernden Vaterlande entrissen hat.

Man darf nicht besorgen, dadurch irgend einem dieser Künstler zu nahe zu treten, da sie diesen allen gemeinschaftlichen und gleichsam ererbten und verjährten Mangel ohne Umstände selbst zu gestehen pflegen, und da es ihnen auch in der That zur Ehre gereicht, selbstständig und ohne Beihülfe der Theoretiker, die sich so gern unentbehrlich machen möchten, ihre Kunst bis zu dem Grade der Vollendung erhoben zu haben, auf welchem wir sie jetzt bewundern. Auch ist jene Klage bereits so alt, und seit jener Zeit bis auf unsere Tage schon so oft wiederholt worden, daſs an eine Widerlegung derselben nicht mehr gedacht werden kann So bedauert schon, um unter der zahllosen Menge von Zeugen nur den ersten und letzten anzuführen, so beklagt schon *Bernoulli* in seinen astronomischen Briefen, »daſs der so berühmte *Peter Dollond* beinahe gar nichts »von der Mathematik verstehe,« und er kann sich nicht genug verwundern, »wie ein bloſses Probiren auf Ge»radewohl ihn so ungemein weit bringen konnte.« — Dieſs galt von der Mitte des vorigen Jahrhunderts, und im Jahre 1821, in dem Lande der Kunst selbst, vor der versammelten Academie der Wissenschaften in London, stellte *J. F W. Herschel* die Behauptung wieder auf: *Is has not unfrequently of late been made a subject of re-*

proach to mathematicians, who have occupied themselves with the theory of the refracting telescope, that the practical benefit derived from their speculations has been by no means commensurate to the expenditure of analytical skill and labour, they have called for, and that from all the abstruse researches of celebrated geometers, nothing hitherto has resulted beyond a maſs of complicated formulae, which, though confessedly exact in theory, have never yet been made the basis of construction for a single good instrument, and remain therefore totally inapplicable, or at least, unapplied in practice. — All these formulae, requiring a more extensive share of algebraical knowledge, than can be expected in a practical optician, are thrown aside by him in despair, and therefore the best and most successful artists are content to work their glasses by trial, or by empirical rules.

Es würde interessant, aber hier zu weit führend seyn, die Ursache dieser sonderbaren Erscheinung, deren Existenz nicht weiter bezweifelt werden kann, aufzusuchen. Zum Theil, man darf es nicht läugnen, tragen wohl jene von *Euler* u. a. gegebenen Theorien selbst die Schuld, nicht bloſs, weil sich jene Männer nicht herabgelassen haben, ihre Entdeckungen in eine auch den anderen faſsliche Sprache einzukleiden, sondern noch vielmehr aus dem Grunde, weil jene Theorien durchaus nur genäherte, und zwar, für auch nur etwas beträchtliche Öffnungen der Objective, nur sehr unvollkommen genäherte Methoden enthalten, die dem Künstler, selbst wenn er sie genau befolgte, keinen ganz befriedigenden Erfolg sichern konnten, um so weniger, da bei allen diesen Theorien auf die Farbenzerstreuung der Randstrahlen, und meistens auch auf die Dicke und die Entfernung der Linsen des zusammengesetzten Objectivs keine Rücksicht genommen wurde,

ohne Zweifel, weil man die dann unvermeidliche Weitläufigkeit der analytischen Ausdrücke umgehen wollte, obschon man sich auf der anderen Seite nicht verhehlen konnte, dafs die gänzliche Vernachlässigung dieser Rücksichten nicht anders als schädlich auf die Endresultate der Rechnung einwirken mufsten, und dafs daher alle diese Theorien, so viel Scharfsinn auch von den ausgezeichnetsten Geometern darauf verwendet wurde, doch nur als unvollkommene Näherungen betrachtet werden konnten, deren Erfolg in der Ausübung desto zweifelhafter wurde, je gröfser die Vollkommenheit war, die man zu erreichen wünschte, da sich die erwähnten Fehler jener Methoden erst bei Fernröhren von gröfseren Öffnungen in ihrem ganzen Nachtheile zeigten.

Aber ein anderer und wohl der gröfste Theil der Schuld mufs ohne Zweifel dem geringen Grade der mathematischen Bildung zugeschrieben werden, unter welchem die meisten unserer Künstler, die von England, wie man gesehen hat, nicht ausgenommen, leiden, ein Mangel, der ihnen jene theoretischen, in der Sprache der Wissenschaft abgefafsten Vorschriften ungeniefsbar und beinahe unzugänglich macht.

Beide Ursachen zusammen haben endlich eine Art von Mifstrauen und selbst von Nichtachtung der Theorie erzeugt, die für den Fortgang der guten Sache äufserst schädlich, die unserer Zeit ganz unwürdig ist, und die endlich von jedem, dem Wissenschaft und Kunst nicht ganz gleichgültig ist, nur mit lebhaftem Bedauern bemerkt werden kann. Es ist in der That betrübend, zu hören, wie ein sonst ausgezeichneter Künstler allen diesen unnützen theoretischen Speculationen gänzlich zu entsagen räth, » weil *John Dollond* in wenig Jahren durch » die blofse Praxis Fernröhre zu Stande gebracht hat, » wozu Franzosen und Deutsche seit jener Zeit mit allen

»ihren hochgelehrten Theorien nicht gekommen sind; »dafs jene Fernröhre *Dollond's*, sogar im Widerspruche »mit der Theorie, die Farbenzerstreuung nur sehr un- »vollkommen aufheben, und doch trefflich zeigen, und »dafs daher diese Trefflichkeit ihren Grund ganz wo »anders haben müsse, als in der (durch diese Theorie »vorgeschriebenen) genauen Vernichtung der Farben, »da bei den französischen Fernröhren, die nach jenen »schönen Theorien construirt werden, die heterogenen »Strahlen sehr genau zusammen fallen, während diese »Fernröhre selbst doch nicht viel taugen.« Äufserungen dieser Art, selbst wenn sie gegründet wären, so viel Selbsterfahrung und subjective Überzeugungen ihnen auch vorausgegangen seyn mögen, sollten doch, als gemeinschädlich, bis zur Ankunft besserer Einsichten, zurückgehalten werden, da sie bei dem gröfseren Theile der Leser nicht anders als nachtheilig wirken können, und da in unseren Tagen jeder wissen sollte, dafs ein Angriff, nicht gegen einen Mangel der Theorie, sondern gegen die Theorie selbst, ohne welche doch nirgends, und am wenigsten in der Optik, eine *ganz vollkommene* Praxis möglich ist, der Natur der Sache nach immer wieder auf den Angreifer selbst zurückfallen mufs.

Welches aber auch die Ursache dieses Mifsverhältnisses zwischen der Theorie und der Ausführung derselben seyn mag, so ist es, um ihm zu begegnen, an der ersten, der anderen zu Hülfe zu kommen, weil sich eine Erhebung dieser zu jener, nach den gegebenen Verhältnissen, mit Wahrscheinlichkeit nie erwarten läfst, und es entsteht daher die Frage, auf welche Art man die durch die Theorie erhaltenen Resultate am besten bis in den Bereich der in gröfseren Rechnungen ungeübten Practiker herabführen kann.

Man findet in der ganzen Periode von siebenzig Jahren seit der Erfindung der achromatischen Fernröhre bis auf unsere Zeiten nur *zwei* Versuche, diesen Zweck zu erreichen, die beide verunglückt sind. Der erste ist von *Euler* selbst, oder vielmehr von *Fuſs*, der unter *Euler's* Leitung eine Art von Auszug aus der Optik des letzteren, bloſs zum Gebrauch für Künstler, gegeben hat: *Instruction détaillée pour porter les lunettes au plus haut degré de perfection. Petersb.* 1774. Allein diese Arbeit ist erstens ganz auf die oben erwähnte unvollkommen genäherte Methode *Euler's* gegründet, und für Fernröhre von gröſseren Dimensionen nicht mehr gut anwendbar, und es enthält zweitens nichts als einzelne Beispiele für zwei- und mehrfache Objective von gegebenen Glasarten, die für den Künstler, der mit Gläsern von anderen Brechungs- und Zerstreuungsvermögen arbeitet, von ganz und gar keinem Nutzen, und mehr ihn irre zu führen, als auf den rechten Weg zu leiten gemacht sind. Der irrige Wahn, daſs man nach solchen isolirt aufgestellten Beispielen auch andere Linsen von verschiedenen Glasarten ohne merklichen Fehler behandeln könne, eine Meinung, die selbst von mehreren Theoretikern unterstützt worden ist *), war eine der

---

*) So sagt *Klügel* von dem einzigen durch ihn berechneten Beispiele: *Haec lentium conformatio optime etiam inservire potest, si ratio refractionis et dispersionis ab assumtis aliquantum recedant, ita quidem, ut hanc nostram lentem duplicatam etiam pro aliis vitrorum speciebus successu non carituram esse, spondere possimus.* Allein dieser vermeinte glückliche Succeſs fällt kläglich aus, wenn man nach der oben Seite 129 gegebenen Methode für $\varpi = 0.5$ auch nur einige besondere Fälle berechnet. So findet man z. B. für die vierten Halbmesser ρ', die nach *Klügel's* Behauptung alle bis auf einige

vorzüglichsten Ursachen des Mifslingens aller nach solchen eingebildeten Mustern angestellten Versuche, und dadurch des Mifstrauens, welches am Ende bei dem unerfahrnen Künstler gegen jene sie, wie sie sagten, irre führenden Theorien entstanden ist.

Ein zweiter Versuch, sich dem Practiker verständlich und brauchbar zu machen, war ohne Zweifel, gehörig ausgeführt, zweckmäfsiger, und bestand in Tafeln, aus welchen man für jeden Werth von n, n' und ϖ die Werthe der vier Halbmesser ohne alle, oder doch ohne weitläufige Rechnung nehmen konnte. Da diese Tafeln die oben (Seite 137) gegebenen vier Systeme von Gleichungen ersetzen sollen, so würden sie, wenn nicht besondere Kunstgriffe angewendet werden, im Allgemeinen von einer beinahe unerträglichen Ausdehnung seyn müssen. Der erste, der diese Idee auszuführen unternahm, war *Jeaurat*, der in den *Paris. Mem.* für 1770 eine solche Tafel mittheilte. Da er sie aber auch auf die jetzt als überflüssig erkannten drei-, vier- und fünffachen Objective ausdehnte, so wurde sie sehr unbequem und doch unvollständig, und da er die Kugelabweichung, gleichsam als eine Nebensache, ganz vernachlässigte, so wurden sie für den Künstler völlig unbrauchbar, und der Versuch blieb ohne Erfolg. In unseren Tagen haben wir noch zwei Tafeln dieser Art erhalten, von welchen die erste in *Gehler's* phys. Wörterbuche unter dem Artikel *Achromaten* steht, und die nach *Gilbert's* Annalen, 1810, St. III., ganz von der Theorie abweichen soll, während man die zweite, von

der letzten Decimalstellen gleich seyn sollten, folgende Werthe:

$n = 1.53$,	$n' = 1.60$,	$\rho' = 76.094$
1.50	1.60	— 181.805
1.53	1.63	— 266.044 u. s. w.

Pet. Barlow berechnet, in dem *Edinburgh Philos. Journal* 1826, Januar, findet. Sie ist auf *J. F. W. Herschel's* Theorie gegründet, mit welcher der letzte, *in s. Aberrations of compound lenses and Object-glasses*, gewiſs allen Künstlern ein sehr angenehmes Geschenk gemacht hat, und von der nur noch zu wünschen wäre, daſs die Abweichung wegen der sphärischen Gestalt der Linsen nicht nach einem bloſs genäherten Ausdrucke, der in letzter Analyse mit jenem von *Euler* identisch ist, bestimmt seyn möchte.

Aus meinem vorhergehenden Aufsatze ist klar, daſs die eigentliche Schwierigkeit der Berechnung eines vollkommenen Doppelobjectives nach der dort vorgetragenen Methode in der Bestimmung eines der beiden letzten Halbmesser r' oder ρ' besteht, da, wenn einer von ihnen bekannt ist, alle übrigen Bestimmungsstücke des Objectivs durch eine eben so kurze als bequeme Rechnung gefunden werden können. Einige Versuche, welche ich über diesen Gegenstand angestellt habe, zeigten mir, daſs schon sehr geringe Änderungen, welche in den eigentlichen Elementen jedes Objectivs, d. h. in den drei Gröſsen n, n' und ϖ vorgenommen werden, die Werthe des vierten Halbmessers ρ' oft sehr bedeutend ändern, wie man z. B. aus der vorhergehenden Note sehen kann, während im Gegentheile der dritte Halbmesser r' im Allgemeinen nur sehr geringen Variationen unterworfen ist, und daher sich viel besser, als jener, eignet, durch eine Tafel bestimmt zu werden.

Eine solche Tafel setzt aber die vorläufige und genaue Berechnung dieses dritten Halbmessers für mehrere Werthe jener drei Elemente voraus, und sie wird im Allgemeinen desto brauchbarer seyn, je engere Zwischenräume dieser drei Elemente der Rechnung zu Grunde gelegt wurden. Ich nahm, nach den bisher ge-

machten Erfahrungen, an, dafs die äufsersten Grenzen der Brechung für Kronglas $n = 1.50$ und 1.54, und für Flintglas $n' = 1.57$ und 1.63, und endlich für das Verhältnifs der Farbenzerstreuungen $\varpi = \frac{dn}{dn'} = 0.50$ und 0.70 sind, und unter dieser Voraussetzung berechnete Hr. *Nagy*, ein sehr geschickter und eifriger Freund der Mathematik, folgende fünfzehn specielle Fälle mit der gröfsten Schärfe, welche unsere gewöhnlichen Logarithmen mit sieben Decimalstellen erlauben. Die drei ersten Columnen enthalten die jedem Falle zu Grunde gelegten Elemente ϖ, n und n', die vierte den Halbmesser r' der dritten brechenden Fläche, die fünfte den Winkel (B') der gebrochenen Strahlen mit der Achse nach der vierten Brechung, und die sechste die letzte Vereinigungsweite B' der Strahlen von der vierten brechenden Fläche gezählt. Der erste Einfallswinkel der Strahlen ist durchaus $a = 10$ Grade, und die Dicke der ersten Linse $d = 0.01$, so wie $d' = \Delta = 0$ vorausgesetzt, und endlich die Brennweite der ersten Linse als die Einheit aller Dimensionen des Fernrohres angenommen worden.

ϖ	n	n'	r'	(B')	B'
0.50	1.53	1.60	1.0426585	4° 34′ 58″.56	2.303792
	1.50	1.60	1.0027302	3° 59′ 7″.16	2.500000
	1.53	1.63	1.0613425	4° 17′ 4″.86	2.464922
0.55	1.53	1.60	1.0511785	3° 59′ 9″.05	2.650340
	1.50	1.60	1.0086155	3° 23′ 15″.03	2.942619
	1.53	1.63	1.0687965	3° 39′ 25″.84	2.889381
0.60	1.53	1.60	1.0546764	3° 23′ 15″.23	3.119605
	1.50	1.60	1.0105125	2° 47′ 18″.65	3.575685
	1.53	1.63	1.0713285	3° 1′ 42″.33	3.490409
0.65	1.53	1.60	1.0552735	2° 47′ 17″.58	3.790831
	1.50	1.60	1.0091250	2° 11′ 16″.09	4.557886
	1.53	1.63	1.0715008	2° 23′ 55″.42	4.407134
0.70	1.53	1.60	1.0550358	2° 11′ 17″.49	4.829986
	1.50	1.60	1.0106358	1° 35′ 18″.45	6.276150
	1.53	1.63	1.0713986	1° 46′ 6″.27	5.976921

Diese vorläufigen Rechnungen benützte ich zur Construction der am Ende beigefügten Tafel auf folgende Art. Stellt man zuerst die Werthe von r' zusammen, welche für $n = 1.50$ und $n' = 1.60$ gehören, so erhält man

ϖ	r'
0.50	1.0027302,
0.55	1.0086155,
0.60	1.0105125,
0.65	1.0091250,
0.70	1.0106358.

Um daraus auch die Ausdrücke von r' für die Zwischenwerthe von ϖ zu erhalten, sey

$$r' = A + B\theta + C\theta^2 + D\theta^3 + E\theta^4,$$

wo der Kürze wegen $\theta = \varpi - 0.50$ gesetzt wurde, so hat man für die Bestimmung der unbekannten Factoren $ABCDE$ folgende fünf Gleichungen:

$$A = 1.0027302$$
$$0.0058853 = 0.05B + 0.0025C + 0.000125D + 0.00000625E$$
$$0.0077823 = 0.10B + 0.0100C + 0.001000D + 0.00010000E$$
$$0.0063948 = 0.15B + 0.0225C + 0.003375D + 0.00050625E$$
$$0.0079056 = 0.20B + 0.0400C + 0.008000D + 0.00160000E$$

aus welchen man die Werthe dieser Factoren auf dem bekannten Wege der Elimination bestimmen wird. Man erhält so

$$\begin{aligned} r' = &\ 1.0027302 \\ &+ 0.1348860\ \theta \\ &+ 0.0660633\ \theta^2 \\ &- 10.0196000\ \theta^3 \\ &+ 36.5266667\ \theta^4, \end{aligned}$$

und nach dieser Gleichung ist die zweite Columne der am Ende folgenden Tafel, oder die Gröfse (r') für jeden Werth von $\varpi = \theta + 0.50$ berechnet worden.

Diese Columne setzt aber, wie man sieht, den besonderen Fall $n = 1.50$ und $n' = 1.60$ voraus. Um daher den Werth von r' *allgemein*, für jeden Werth von n und n' zu erhalten, sey $\left(\frac{dr'}{dn}\right)$ die Änderung von r' für eine Variation von 0.01 in n, und eben so $\left(\frac{dr'}{dn'}\right)$ die Änderung von r' für eine Variation von 0.01 in n', so hat man, mit Hülfe der oben angeführten Tafel:

ϖ	$\left(\frac{dr'}{dn}\right)$	$\left(\frac{dr'}{dn'}\right)$
0.50	1.3309433	0.622800
0.55	1.4187666	0.587267
0.60	1.4721300	0.555070
0.65	1.5382833	0.540910
0.70	1.4800000	0.545427.

Setzt man daher wieder

$$\left(\frac{dr'}{dn}\right) = A' + B'\theta + C'\theta^2 + D'\theta^3 + E'\theta^4 \text{ und}$$

$$\left(\frac{dr'}{dn}\right) = A'' + B''\theta + C''\theta^2 + D''\theta^3 + E''\theta^4,$$

und bestimmt die Gröfsen A', A'' . . . wie zuvor, so erhält man

$$\left(\frac{dr'}{dn}\right) = 1.3309433 + 3.3384445\,\theta - 50.162572\,\theta^2 + 431.952100\,\theta^3 - 1229.841333\,\theta^4 \text{ und}$$

$$\left(\frac{dr'}{dn'}\right) = 0.622800 - 0.575715\,\theta - 4.850620\,\theta^2 + 47.721000\,\theta^3 - 93.733333\,\theta^4,$$

und nach diesen zwei Gleichungen sind die dritte und vierte Columne der am Ende beigefügten Tafel berechnet worden.

Mit Hülfe dieser Tafel ist es nun ungemein leicht, die Gröfse des dritten Halbmessers r' für jeden Werth von n, n' und ϖ zu finden,

Man sucht nämlich zuerst aus ihr die Werthe von (r'), $\left(\frac{d\,r'}{d\,n}\right)$ und $\left(\frac{d\,r'}{d\,n'}\right)$, und multiplicirt die zweite dieser Gröfsen durch $(n - 1.50)$, und die dritte durch $(n' - 1.60)$, so ist die Summe dieser beiden Producte und der Gröfse (r') gleich dem gesuchten dritten Halbmesser r', oder mit anderen Worten, es ist

$$r' = (r') + (n - 1.50) \cdot \left(\frac{d\,r'}{d\,n}\right) + (n' - 1.60) \cdot \left(\frac{d\,r'}{d\,n'}\right).$$

Die ganze nach Seite 144 so umständliche Rechnung, die selbst für einen geübten Rechner mehrere Stunden erfordern würde, wird daher durch diese Tafel auf zwei einfache Multiplicationen mit drei oder vier Ziffern reducirt, und sie ist, ihrer Kürze ungeachtet, doch in der nöthigen Ausdehnung durchgeführt worden, um dem Künstler, der sie anwenden will, die ihm vielleicht weniger bekannten Interpolationen zu ersparen, so dafs er nur immer die unmittelbaren Zahlen der Tafel, ohne weitere Rücksichten, zu nehmen hat.

Zur gröfseren Bequemlichkeit habe ich ihm noch eine zweite Tafel hinzugefügt, durch welche er für jeden Werth von n die Gröfsen r und ρ, oder die beiden ersten Halbmesser der Kronglaslinse, und die Gröfse M und N nach den Ausdrücken nehmen kann:

$$r = \rho = 2(n - 1),$$

$$M = \frac{1}{n-1}\left(1 + 0.0025\,\frac{(n+1)}{n^2}\right) \quad \text{und} \quad N = 1 + \frac{0.0025}{n}.$$

Noch ist übrig, zu zeigen, wie man die letzte Ver-

einigungsweite B' der Strahlen, und die Öffnung oder den Durchmesser x des Objectives finden kann. Die letzte braucht man der Natur der Sache nach bekanntlich nicht mit der gröſsten Schärfe zu wissen, und es ist mehr als hinlänglich, wenn der Künstler diese Öffnung auf drei oder vier Decimalstellen genau kennt. Zu diesem Zwecke geben aber die oben angeführten vorläufigen Rechnungen ein sehr bequemes Mittel. Sucht man nämlich aus diesen Angaben den Werth von

$$x = 2 B' \cdot \text{tang.} (B'),$$

so findet man, daſs dieser Werth von x in allen fünfzehn Fällen gröſstentheils nur von n abhängt, während im Gegentheile der Einfluſs von n' und ϖ auf x nur sehr gering ist. Man erhält so nahe für alle Werthe von ϖ im Mittel

n	n'	x
1.53	1.60	0.36927
1.50	1.60	0.34826
1.53	1.63	0.36937.

Nimmt man daher x als eine bloſse Function von n an, so hat man für die Öffnung des Objectives den folgenden sehr einfachen Ausdruck

$$x = 0.70033 (n - 1) - 0.00190 \quad \text{oder}$$
$$x = 0.70033\, n - 0.70223,$$

wodurch sich die vorhergehenden Werthe von x für alle Werthe von n' und ϖ genügend darstellen lassen.

Die letzte Vereinigungsweite B', so wie den vierten Halbmesser ρ' endlich wird man aus den beiden folgenden Gleichungen (Seite 145) finden:

$$\frac{1}{\rho'} = M\varpi - \frac{1}{r'} \quad \text{und}$$

$$\frac{1}{B'} = N - (n' - 1) \cdot M\varpi,$$

und diese zwei einfachen Ausdrücke sind eigentlich die einzigen, welche von allen den in unserer Auflösung des Problemes (Seite 144) gegebenen umständlichen und vielleicht auch Manchem beschwerlichen Formeln noch zu berechnen übrig sind. Da sie so äufserst bequem sind, und von Jedem auch ohne Hülfe der Logarithmen ohne Mühe berechnet werden können, so scheint es der Mühe nicht zu lohnen, auch für sie noch weitere Reductionen zu suchen, und dadurch gleichsam die anfangs so verwickelte Aufgabe ganz ohne alle eigentliche Rechnung aufzulösen.

Übrigens wird es unnöthig seyn, zu erinnern, dafs für Objective von sehr grofser Öffnung, und überhaupt so oft eine vorzügliche Schärfe gewünscht wird, die unmittelbare Bestimmung der vier Halbmesser nach dem Seite 144 gegebenen Verfahren vorgezogen werden mufs, dafs aber auch dann jene Rechnungen durch die gegenwärtigen Tafeln, welche sogleich schon sehr genäherte Werthe dieser Halbmesser geben, ungemein abgekürzt werden.

Es sey mir erlaubt, noch einige Bemerkungen hinzuzufügen, die mir während der Beschäftigung mit diesem Gegenstande aufgefallen sind. — Das Problem, um welches es sich hier handelt, scheint mir mehrere Eigenthümlichkeiten zu haben, welche eine *ganz strenge* Auflösung desselben eigentlich unmöglich machen. Wenn man z. B. die Kugelabweichung für die mittleren Central- und Randstrahlen wegbringen will, was, wie wir gesehen haben, ganz genau geschehen kann, so folgt daraus noch nicht, dafs auch alle übrigen zwischen der Mitte und dem Rande des Objectivs einfallende Strahlen sich genau in demselben Puncte, wie jene, vereinigen werden, aber diese Vereinigungspuncte werden einander im Allgemeinen so nahe seyn, dafs für unsere Sinne keine

merkbare Undeutlichkeit daraus entstehen wird. Doch wird dieser Fehler, der in der Natur der Sache selbst liegt, und sich daher in der Theorie so wenig, als in der Ausführung, wegbringen läſst, offenbar desto beträchtlicher werden, je gröſser das Objectiv ist, so daſs also in dieser Beziehung groſse Achromaten, Refractoren sowohl als Reflectoren, mit einem Hindernisse zu kämpfen haben, welches um so beträchtlicher seyn wird, je vollkommener diese Instrumente selbst seyn sollen. Da wir unsere Linsen von Glas durchaus homogen annehmen und annehmen müssen, so gibt jede ihrer beiden Flächen nur eine einzige unbekannte Gröſse, welche wir also auch nur für eine einzige Gattung von Strahlen, z. B. für die Randstrahlen benützen können, um ihre Vereinigungsweite jener der Centralstrahlen gleich zu machen. Um auch für alle übrigen dasselbe zu thun, brauchten wir eigentlich unendlich viele Linsen, deren Halbmesser als eben so viel unbekannte Grössen diesem Zwecke gemäſs bestimmt werden sollten. Wenn aber unsere Kunst, so wie überhaupt alles, was Menschenköpfe und Menschenhände hervorbringen, unter diesen uns unübersteiglichen Beschränkungen leiden und immer leiden werden, so müssen wir dafür desto mehr unsere groſse Meisterin, die Natur, bewundern, die in ihren geheimen Werkstätten in einem ganz anderen und höheren Style arbeitet, und von jenen Schranken nichts weiſs, die uns einengen und uns zwingen, so oft wir uns ihr auch nur von ferne nähern wollen, Brillen, Krücken und Nothbehelfe aller Art in Bewegung zu setzen. *Ihr* Fernrohr, das Auge, nach dessen Muster wir das unsere construirt zu haben glauben, hat nur eine Linse, aber, wie schon *Porterfield* (*On the eye, Edinb.* 1759) bemerkte, von einer gegen ihren Mittelpunct zunehmenden Dichte; und *Leeuwenhoek* fand, daſs

diese Linse aus concentrischen Schalen besteht, von denen er bei gröfseren Thierangen über 12000 zählte. (*Arcana naturae detecta. Lugd. Bat.* 1722.) Wenn unsere Glasschleifer uns *solche* Linsen liefern werden, dann wollen wir ihnen zum Danke auch etwas mehr durch unsere Fernröhre zeigen,

Eine ähnliche Bemerkung gilt auch von der Farbenzerstreuung. Da der Raum jeder einzelnen Farbe in dem Spectrum des Prisma von Kronglas sehr verschieden von dem des Flintglases ist, so folgt daraus, dafs man z. B. die rothen und violetten Strahlen genau vereiniget hat, noch gar nicht, dafs nun auch die grünen oder die gelben Farben auf einander fallen, und da der Farben eigentlich unzählig viele sind, so würde man auch hier wieder nicht zwei, sondern unendlich viele Linsen brauchen, um das Problem auch in dieser Beziehung vollständig aufzulösen. Auch kenne ich noch kein Fernrohr, welches im strengsten Sinne des Wortes achromatisch wäre, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man den Ocularcinsatz über den Punct des scharfen Sehens herausrückt, oder wenn man durch ein grofsen Theils bedecktes Objectiv einen lichtstarken Gegenstand, z. B. einen Fixstern der ersten Gröfse betrachtet. Diesem Hindernisse glaubt *Brewster* dadurch zu begegnen, dafs er die beiden Zerstreuungen dn und dn' einander so viel als möglich gleich anzunehmen räth, oder mit anderen Worten, dafs man dasjenige Flintglas wählen soll, welches die geringste Zerstreuung, also am wenigsten Bleikalk hat. Auch ist es wohl nicht zweckmäfsig, diejenigen Zerstreuungen der beiden Glasarten zum Grunde der Rechnung zu legen, welche für die äufsersten, oder für die rothen und violetten Strahlen gehören, wie man beinahe allgemein zu thun pflegt, sondern man sollte mehr Rücksicht auf diejenigen Farben nehmen, die sich durch

eine gröſsere Intensität des Lichtes auszeichnen, und daher auf das deutliche Sehen den bedeutendsten Einfluſs haben. Es scheint mir einem Fernrohre nicht besonders schädlich zu seyn, wenn es mit einem kleinen Theile seines Objectivs, während der andere bedeckt ist, die Gegenstände mit einem schmalen violetten Rande zeigt, welche Farbe bekanntlich die geringste Intensität hat, aber ich habe es mit solchen Fernröhren, bei welchen unter jenen Umständen der Rand gelb oder orange ist, wenn ich sie auch mit ihrer ganzen Öffnung brauchte, bei Fixsternen der ersten Gröſse nie zu einem ganz reinen und deutlichen Bilde bringen können. Wenn wir uns also auch hier, wie überall, mit einer bloſsen Näherung an die Werke der Natur begnügen müssen, so mag es für uns eine Art von Trost seyn, daſs die Natur selbst in dieser Beziehung nicht ganz vollkommen ist, da, nach *Fraunhofer's* Beobachtungen, das menschliche Auge selbst nicht ganz achromatisch gebaut seyn soll.

Dieſs ist auch die Ursache, warum in der oben gegebenen Auflösung die Zerstreuung der Randstrahlen, deren gröſster Theil mit jener der Centralstrahlen schon gehoben wird, nicht eigens berücksichtiget wurde, wodurch die Berechnung eines Doppelobjectives, ohne vielleicht die practische Brauchbarkeit desselben bedeutend zu vermehren, noch viel umständlicher ausgefallen wäre, und die hier angeführte compendiöse Einrichtung für den Künstler ganz unmöglich gemacht hätte. Da diese Auflösung die gröſstmögliche Öffnung gibt, so wird eine geringe Verminderung dieser Öffnung dem Künstler ein einfaches Mittel geben, diese Zerstreuung der äuſsersten Randstrahlen, wo sie durch practische Versuche noch merkbar seyn sollte, hinlänglich zu verkleinern, und die Lichtstärke des Fernrohrs wird doch in den meisten Fällen noch gröſser seyn, als bei den

von anderen vorgeschlagenen Einrichtungen, wo die gröſstmögliche Öffnung des Objectives nicht als Hauptbedingung der Aufgabe in die Rechnung aufgenommen wurde. Übrigens würde es nicht schwer, sondern, wie gesagt, nur weitläufig seyn, diese Rücksicht auch unmittelbar in unsere Auflösung einzuführen. Nehmen wir, um dieses zu zeigen, an, daſs man durch die bisher gegebene Methode Seite 144 die vier Halbmesser r, ρ, r' und ρ', und die letzten Vereinigungsweiten $z\,z'$ für die mittleren und heterogenen Centralstrahlen, so wie $Z\,Z'$ für die mittleren und heterogenen Randstrahlen gefunden habe. — Nach den Bedingungen jener Methode hat man also die zwei Gleichungen $z - z' = 0$ und $z - Z = 0$, welche beide Gleichungen die Vernichtung der Kugelabweichung und der Farbenzerstreuung, die letzte für die Centralstrahlen, ausdrücken. Um aber auch die Farbenzerstreuung für die Randstrahlen aufzuheben, wird man noch der Gleichung $z - Z' = 0$ genug thun müssen, und zu diesem Zwecke die beiden inneren Halbmesser ρ und r' einer kleinen Änderung unterwerfen, um dadurch der letzten Gleichung, ohne jene zwei vorhergehenden aufzuheben, zu genügen, wozu sich das sinnreiche Verfahren, welches *Gauſs* in seiner *Theor. mot. Corp. coel.* zur Bestimmung der Elemente der Planetenbahnen mitgetheilt hat, vortheilhaft anwenden läſst. Nämlich die nach unserer vorhergehenden Auflösung gefundenen Werthe von ρ und r' geben $z - Z = 0$ und $z - Z' = \beta$, so daſs β als der Fehler dieser ersten Annahme jener beiden mittleren Halbmesser betrachtet werden kann. Ändert man nun für eine zweite Hypothese bloſs den *ersten* dieser Halbmesser ρ, und wiederholt die Rechnung mit den Werthen ρ_1 und r', so erhält man $z - Z = \alpha'$ und $z - Z' = \beta'$, wo also α' und β' die Fehler dieser zweiten Hypothese sind. Ändert man end-

lich in einer dritten Hypothese blofs den *zweiten* dieser Halbmesser r', und wiederholt man die ganze Rechnung mit den Werthen ρ und r'_1, so erhält man $z - Z = \alpha''$ und $z - Z' = \beta''$, wo also α'' und β'' die Fehler dieser dritten Hypothese bezeichnen. Da bei dieser dreifachen Berechnung der vierte Halbmesser ρ' immer durch die zweite Gleichung der Seite 145 bestimmt wird, so wird dadurch in jeder Berechnung auch der dritten der oben angeführten Gleichungen $z - z' = 0$ genug gethan. Dieses vorausgesetzt, hat man nun für die wahren Werthe von ρ und r', welche wir durch (ρ) und (r') bezeichnen wollen, und welche allen drei Bedingungsgleichungen

$$z - z' = 0, \quad z - Z = 0 \quad \text{und} \quad z - Z' = 0$$

Genüge thun, folgende Ausdrücke:

$$(\rho) = \rho + \frac{(\rho_1 - \rho)\alpha''\beta}{\alpha''(\beta - \beta') - \alpha'(\beta - \beta'')} \quad \text{und}$$

$$(r') = r' - \frac{(r'_1 - r')\alpha'\beta}{\alpha''(\beta - \beta') - \alpha'(\beta - \beta'')};$$

ein Verfahren, welches man, wie das analoge, aber einfachere von S. 148, so oft wiederholen wird, bis die letzten Fehler $\alpha'\,\alpha''$ und $\beta\,\beta'\,\beta''$ klein genug sind, um der gegebenen Absicht gemäfs völlig als verschwindend angesehen werden zu können. Man sieht, dafs auch diese Methode, wie unsere vorhergehende, keiner weiteren Einschränkung unterworfen ist, und dafs man hier, so wie dort, die Annäherung so weit treiben kann, als man will.

* *
*

Um endlich, zum Schlusse dieses Gegenstandes, die oben gegebene Auflösung unserer Aufgabe zur leichteren Übersicht und zum bequemen Gebrauch *für Künstler* zusammen zu fassen, die sich, auch ohne dem Vorhergehenden, nur mit diesem Zusatze begnügen wollen, so sey für die vordere Linse von Kronglas das Brechungs-

verhältniſs n, die Farbenzerstreuung dn, und der Halbmesser der Vorder- und Hinterfläche derselben r und ρ. Für die zweite Linse von Flintglas seyen dieselben Grössen n', dn', r' und ρ'. Ich nehme dabei an, daſs die erste Linse auf beiden Seiten convex, und die zweite auf beiden Seiten concav ist. Sollte, wie es zuweilen der Fall ist, der letzte Halbmesser ρ' negativ werden, so zeigt dieſs an, daſs die letzte brechende Fläche convex, oder daſs die Flintlinse concavconvex ist. Wie man übrigens die Gröſsen n, n', dn und dn' aus Beobachtungen bestimmt, setze ich als bekannt voraus. Ferner nehme ich an, daſs die äuſsersten mit der Achse parallel einfallenden Randstrahlen mit ihrem Halbmesser r einen Winkel von 10 Graden bilden; daſs die Dicke der ersten Linse von Kronglas gleich dem $^1/_{100}$ Theile ihrer Brennweite sey, und daſs die Dicke der zweiten biconcaven Linse von Flintglas, so wie die Entfernung der zweiten brechenden Fläche von der dritten so klein sey, daſs beide ohne merklichen Fehler vernachläſsiget werden können, was in der That bei den meisten Fernröhren der Fall ist. Endlich sey der Kürze wegen $\frac{dn}{dn'} = \varpi$.

Die Aufgabe ist nun, für jeden gegebenen Werth der drei Gröſsen n, n' und ϖ die vier Halbmesser r, ρ, r' und ρ' eines achromatischen Doppelobjectivs zu finden.

Die Auflösung derselben reducirt sich auf folgende drei einfache Operationen:

I. Mit dem gegebenen Werthe von n suche man aus der zweiten Tafel die Gröſsen $r = \rho$, M, N und x.

II. Mit dem gegebenen Werthe von ϖ suche man in der ersten Tafel die Gröſsen (r'), $\left(\frac{dr'}{dn}\right)$ und $\left(\frac{dr'}{dn'}\right)$, so hat man den dritten Halbmesser r' durch die Gleichung

$$r' = (r') + (n - 1.5) \cdot \left(\frac{dr'}{dn}\right) + (n' - 1.6) \cdot \left(\frac{dr'}{dn'}\right).$$

III. Endlich erhält man noch den vierten Halbmesser ρ' und die letzte Vereinigungsweite oder die Brennweite des Doppelobjectivs y durch folgende Gleichungen:

$$\frac{1}{\rho'} = M\varpi - \frac{1}{r'} \quad \text{und}$$

$$\frac{1}{y} = N - (n' - 1) \cdot M\varpi,$$

und dadurch ist das gesuchte Doppelobjectiv vollkommen bestimmt, indem man dessen vier Halbmesser r, ρ, r' und ρ', die Brennweite y, und endlich auch die Öffnung oder den Durchmesser x desselben kennt.

Man muſs noch bemerken, daſs alle Zahlen, welche man auf diese Weise erhält, die Brennweite der ersten Linse als die Einheit voraussetzen. Will man daher, wie gewöhnlich, die Brennweite des Doppelobjectivs y, das heiſst, sehr nahe, die Länge des ganzen Fernrohres, als die Einheit aller Dimensionen annehmen, so muſs man alle für r, ρ, r', ρ', x und y erhaltenen Zahlen durch y dividiren. Will man aber die Länge des Fernrohres z. B. gleich 20, 40 oder 60 Zoll erhalten, so wird man jene sechs ersten Zahlen durch $\frac{20}{y}$, $\frac{40}{y}$, $\frac{60}{y}$ u. f. multipliciren, wodurch man zugleich diese Gröſsen r, ρ . . in Zollen ausgedrückt erhält.

Um das Verfahren auch durch ein Beispiel deutlich zu machen, sey $n = 1.53$, $dn = 0.0036$, $n' = 1.63$ und $dn' = 0.0060$, also auch $\varpi = 0.60$ gegeben, so hat man

I. durch die zweite Tafel

$$r = \rho = 1.060,$$
$$M = 1.891891,$$
$$N = 1.001634,$$
$$x = 0.3692,$$

II. und durch die erste Tafel

$$(r') = 1.01051,$$

$$\left(\frac{d\,r'}{d\,n}\right) = 1.472,$$

$$\left(\frac{d\,r'}{d\,n'}\right) = 0.555, \quad \text{also auch}$$

$$r' = 1.01051 + 0.04416 + 0.01665 = 1.07132$$

III. Endlich geben noch die oben angeführten zwei Gleichungen

$$\rho' = 4.957517 \quad \text{und}$$

$$y = 3.49041.$$

Wir haben daher für die Bestimmung unseres Doppelobjectives

Halbmesser der biconvexen
Linse von Kronglas . . . $r = 1.06$, $\rho = 1.06$,
Halbmesser der biconcaven
Linse von Flintglas . . . $r' = 1.07132$, $\rho' = 4.957517$
Durchmesser des Objectivs $x = 0.3692$,
Brennweite desselben . . . $y = 3.49041$,

und diese Zahlen setzen die Brennweite der ersten Linse von Kronglas als die Einheit voraus. Soll also z. B. die Brennweite des Doppelobjectivs oder die Länge des Fernrohrs gleich fünf Fuſs, d. h. gleich 60 Zolle seyn, so wird man alle vorhergehenden Zahlen durch $\frac{60}{y}$ multipliciren, wodurch man erhält

Halbmesser der ersten Linse .	$r = 18.22136$	Zolle,
	$\rho = 18.22136$	»
Halbmesser der zweiten Linse .	$r' = 18.41595$	»
	$\rho' = 85.21952$	»
Durchmesser des Objectivs . .	$x = 6.34653$	»
Brennweite des Objectivs . .	$y = 60.00000$	»

Wenn man, diese Einrichtung des Fernrohres zu prüfen, mit den zuerst gefundenen Werthen von r, ρ,

r' und ρ' die vier Gleichungen der S. 137 berechnet, so findet man für die mittleren Randstrahlen B' oder $y = 3.4904102$. Die letzte Gleichung der Seite 150 aber gibt, wenn man in ihr $n = 1.53$ und $n' = 1.63$ setzt, für die mittleren Centralstrahlen $y = 3.490462$, also ist die Abweichung wegen der Gestalt gut gehoben. Setzt man in derselben letzten Gleichung $n = 1.5336$ und $n' = 1.6360$, so findet man für die violetten Centralstrahlen $y = 3.490466$, also ist auch die Farbenzerstreuung gut gehoben.

Zur Übung für die auch mit so einfachen Rechnungen noch weniger bekannten Künstler mögen folgende Beispiele dienen, die zur Construction der nun folgenden Tafeln mit aller Schärfe berechnet wurden.

			Zwei erste Halbmess.	Dritter Halbmesser	Vierter Halbmesser	Brennweite	Öffnung
n	n'	ϖ	$r = \rho$	r'	ρ'	y	x
1.50	1.60	0.55	1.00	1.00862	8.96079	2.94262	0.3481
1.53	1.60	0.60	1.06	1.05468	5.34828	3.11960	0.3504
1.53	1.63	0.65	1.06	1.07150	3.37315	4.40713	0.3504
1.53	1.60	0.70	1.06	1.05504	2.65612	4.82999	0.3504
1.53	1.63	0.70	1.06	1.07140	2.55778	5.97693	0.3504
1.50	1.60	0.70	1.00	1.010636	2.413057	6.27614	0.3481

Dieses Verzeichniſs zeigt zugleich, daſs durch alle Werthe von n, n' und ϖ, welche man bei unsern gewöhnlichen Glasarten noch findet, die Krümmungen der zweiten und dritten brechenden Flächen immer nur sehr wenig von einander verschieden sind, daſs also diese beiden Flächen beinahe in *allen* ihren Puncten der unmittelbaren Berührung sehr nahe gebracht werden können, worin ein anderer für die Ausübung sehr willkommener Vortheil der oben gegebenen Methode besteht.

Erste Tafel.

ϖ	(r')	$\left(\frac{d r'}{d n}\right)$	$\left(\frac{d r'}{d n'}\right)$	ϖ	(r')	$\left(\frac{d r'}{d n}\right)$	$\left(\frac{d r'}{d n'}\right)$
0.500	1.00273	1.331	0.623	0.535	1.00716	1.402	0.597
01	1.00286	1.334	0.622	36	1.00727	1.403	0.596
02	1.00300	1.337	0.621	37	1.00737	1.404	0.596
03	1.00313	1.340	0.620	38	1.00748	1.406	0.595
04	1.00327	1.344	0.620	39	1.00758	1.407	0.594
0.505	1.00340	1.346	0.619	0.540	1.00768	1.408	0.594
06	1.00354	1.349	0.618	41	1.00778	1.409	0.593
07	1.00367	1.352	0.617	42	1.00788	1.410	0.592
08	1.00381	1.355	0.616	43	1.00798	1.411	0.591
09	1.00394	1.357	0.616	44	1.00808	1.413	0.591
0.510	1.00408	1.360	0.615	0.545	1.00817	1.414	0.590
11	1.00421	1.362	0.614	46	1.00826	1.415	0.589
12	1.00434	1.365	0.613	47	1.00837	1.416	0.589
13	1.00447	1.367	0.612	48	1.00844	1.417	0.588
14	1.00461	1.369	0.612	49	1.00852	1.418	0.587
0.515	1.00474	1.371	0.611	0.550	1.00861	1.419	0.587
16	1.00487	1.374	0.610	51	1.00870	1.420	0.585
17	1.00499	1.375	0.610	52	1.00878	1.421	0.584
18	1.00512	1.377	0.609	53	1.00886	1.421	0.583
19	1.00525	1.379	0.608	54	1.00894	1.422	0.582
0.520	1.00538	1.381	0.608	0.555	1.00901	1.423	0.581
21	1.00550	1.382	0.607	56	1.00909	1.424	0.581
22	1.00563	1.384	0.606	57	1.00916	1.425	0.580
23	1.00575	1.385	0.605	58	1.00923	1.426	0.580
24	1.00588	1.387	0.604	59	1.00930	1.427	0.579
0.525	1.00600	1.389	0.603	0.560	1.00937	1.428	0.579
26	1.00612	1.391	0.603	61	1.00943	1.429	0.578
27	1.00624	1.392	0.602	62	1.00950	1.430	0.577
28	1.00636	1.393	0.602	63	1.00956	1.431	0.576
29	1.00647	1.394	0.601	64	1.00962	1.432	0.576
0.530	1.00659	1.396	0.601	0.565	1.00967	1.432	0.575
31	1.00670	1.397	0.600	66	1.00973	1.433	0.574
32	1.00682	1.399	0.599	67	1.00978	1.434	0.573
33	1.00693	1.400	0.599	68	1.00984	1.435	0.573
34	1.00705	1.401	0.598	69	1.00989	1.436	0.572

ϖ	(r')	$\left(\frac{d r'}{d n}\right)$	$\left(\frac{d r'}{d n'}\right)$	ϖ	(r')	$\left(\frac{d r'}{d n}\right)$	$\left(\frac{d r'}{d n'}\right)$
0.570	1.00994	1.437	0.572	0.605	1.01046	1.478	0.553
71	1.00998	1.438	0.571	6	1.01045	1.480	0.553
72	1.01003	1.439	0.570	7	1.01044	1.482	0.553
73	1.01007	1.440	0.569	8	1.01042	1.483	0.552
74	1.01011	1.441	0.569	9	1.01040	1.484	0.552
0.575	1.01014	1.441	0.568	0.610	1.01038	1.486	0.552
76	1.01018	1.443	0.567	11	1.01036	1.487	0.551
77	1.01021	1.444	0.567	12	1.01034	1.489	0.551
78	1.01025	1.445	0.566	13	1.01031	1.490	0.550
79	1.01028	1.446	0.566	14	1.01029	1.492	0.550
0.580	1.01031	1.448	0.566	0.615	1.01026	1.493	0.550
81	1.01033	1.449	0.565	16	1.01024	1.495	0.550
82	1.01036	1.450	0.564	17	1.01021	1.496	0.549
83	1.01038	1.451	0.563	18	1.01018	1.498	0.549
84	1.01041	1.452	0.563	19	1.01015	1.499	0.549
0.585	1.01042	1.453	0.562	0.620	1.01013	1.501	0.549
86	1.01044	1.454	0.561	21	1.01010	1.502	0.549
87	1.01045	1.455	0.561	22	1.01007	1.503	0.549
88	1.01047	1.456	0.561	23	1.01003	1.504	0.549
89	1.01048	1.457	0.560	24	1.01000	1.506	0.548
0.590	1.01050	1.459	0.560	0.625	1.00997	1.508	0.548
91	1.01050	1.460	0.560	26	1.00994	1.509	0.548
92	1.01051	1.462	0.559	27	1.00990	1.510	0.548
93	1.01051	1.463	0.559	28	1.00987	1.512	0.547
94	1.01052	1.464	0.558	29	1.00983	1.514	0.547
0.595	1.01052	1.465	0.557	0.630	1.00980	1.515	0.547
96	1.01053	1.466	0.557	31	1.00977	1.516	0.547
97	1.01053	1.467	0.556	32	1.00974	1.517	0.547
98	1.01052	1.469	0.556	33	1.00970	1.518	0.546
0.599	1.01052	1.470	0.555	34	1.00966	1.520	0.546
0.600	1.01051	1.472	0.555	0.635	1.00962	1.521	0.546
1	1.01050	1.473	0.555	36	1.00959	1.523	0.546
2	1.01050	1.474	0.554	37	1.00955	1.524	0.545
3	1.01049	1.475	0.554	38	1.00952	1.525	0.545
4	1.01047	1.477	0.554	39	1.00948	1.527	0.545

ϖ	(r')	$\left(\frac{dr'}{dn}\right)$	$\left(\frac{dr'}{dn'}\right)$	ϖ	(r')	$\left(\frac{dr'}{dn}\right)$	$\left(\frac{dr'}{dn'}\right)$
0.640	1.00945	1.528	0.545	0.675	1.00892	1.540	0.541
41	1.00941	1.529	0.545	76	1.00894	1.539	0.541
42	1.00938	1.530	0.545	77	1.00896	1.538	0.541
43	1.00934	1.531	0.545	78	1.00899	1.537	0.541
44	1.00931	1.532	0.545	79	1.00902	1.536	0.541
0.645	1.00928	1.533	0.544	0.680	1.00906	1.534	0.541
46	1.00925	1.534	0.544	81	1.00910	1.532	0.541
47	1.00922	1.535	0.544	82	1.00914	1.531	0.541
48	1.00919	1.536	0.543	83	1.00919	1.529	0.542
49	1.00916	1.537	0.543	84	1.00924	1.527	0.542
0.650	1.00912	1.538	0.543	0.685	1.00929	1.525	0.542
51	1.00909	1.539	0.543	86	1.00935	1.523	0.542
52	1.00906	1.540	0.543	87	1.00941	1.521	0.543
53	1.00904	1.540	0.543	88	1 00947	1.519	0.543
54	1.00902	1.541	0.543	89	1.00954	1.516	0.543
0.655	1.00899	1.541	0.542	0.690	1.00962	1.513	0.543
56	1.00897	1.542	0.542	91	1.00970	1.510	0.543
57	1.00895	1.542	0.542	92	1.00978	1.507	0.543
58	1.00893	1.543	0.541	93	1.00987	1.503	0.544
59	1.00892	1.544	0.541	94	1.00997	1.500	0.544
0.660	1.00890	1.544	0.541	0.695	1.01007	1.497	0.544
61	1.00888	1.544	0.541	96	1.01017	1.494	0.544
62	1.00887	1.544	0.541	97	1.01028	1.490	0.545
63	1.00886	1.545	0.541	98	1.01039	1.487	0.545
64	1.00885	1.545	0.541	0.699	1.01051	1.484	0.545
0.665	1.00885	1.545	0.541	0.700	1.01063	1.480	0.545
66	1.00884	1.544	0.540				
67	1.00884	1.544	0.540				
68	1.00884	1.544	0.540				
69	1.00885	1.544	0.540				
0.670	1.00885	1.544	0.540				
71	1.00886	1.543	0.540				
72	1.00887	1.542	0.540				
73	1.00888	1.542	0.541				
74	1.00890	1.541	0.541				

Zweite Tafel.

n	$r = \rho$	M	N	x
1.500	1.000	2,005555	1.001667	0.3481
1.501	1.002	2.001548	1.001666	0.3489
1.502	1.004	1.997553	1.001664	0.3497
1.503	1.006	1.993578	1.001663	0.3504
1.504	1.008	1.989618	1.001662	0.3511
1.505	1.010	1.985673	1.001661	0.3518
1.506	1.012	1.981744	1.001660	0.3525
1.507	1.014	1.977830	1.001659	0.3532
1.508	1.016	1.973932	1.001658	0.3539
1.509	1.018	1.970048	1.001657	0.3546
1.510	1.020	1.966180	1.001656	0.3553
1.511	1.022	1.962328	1.001655	0.3560
1.512	1.024	1.958490	1.001653	0.3567
1.513	1.026	1.954667	1.001652	0.3574
1.514	1.028	1.950860	1.001651	0.3581
1.515	1.030	1.947067	1.001650	0.3587
1.516	1.032	1.943283	1.001649	0.3594
1.517	1.034	1.939525	1.001648	0.3601
1.518	1.036	1.935776	1.001647	0.3608
1.519	1.038	1.932041	1.001646	0.3615
1.520	1.040	1.928321	1.001645	0.3622
1,521	1.042	1.924615	1.001644	0.3630
1.522	1.044	1.920923	1 001643	0.3637
1,523	1.046	1.917245	1.001641	0.3644
1.524	1.048	1.913582	1.001640	0.3650
1.525	1.050	1.909932	1.001639	0.3657
1.526	1.052	1.906296	1.001638	0.3664
1.527	1.054	1.902674	1.001637	0.3671
1.528	1.056	1.899066	1.001636	0.3678
1,529	1.058	1,895471	1.001635	0.3685
1.530	1.060	1.891891	1.001634	0.3692
1.531	1,062	1.888323	1.001633	0.3699
1.532	1.064	1.884770	1.001632	0.3706
1.533	1,066	1.881229	1.001631	0.3714
1.534	1.068	1.877700	1.001630	0.3721
1.535	1,070	1.874186	1.001628	0.3728
1.536	1.072	1.870685	1.001627	0.3735
1.537	1.074	1.867197	1.001626	0.3742
1.538	1.076	1.863722	1.001625	0.3749
1.539	1.078	1.860260	1.001624	0.3756
1.540	1.080	1.856810	1.001623	0.3763

VI.

Zweiter Beitrag zur Summirung der Reihen;

von

Karl Lamla.

Ein gewöhnliches Mittel, Reihen, die nach Potenzen was immer für veränderlicher Gröfsen geordnet sind, zu summiren, besteht in der Auffindung einer Abhängigkeit zwischen den Differenzialquotienten ihrer Summen, welche Quotienten sich auf die in ihr vorkommenden Veränderlichen beziehen, und endlich in der Integration einer Differenzialgleichung, welche jene Abhängigkeit ausspricht.

Die Natur der zu summirenden Reihen läfst über die durch Integration hinzugekommenen Constanten keinen Zweifel.

Wir wollen nun das eben erwähnte Mittel auf die Summirung der Reihe

1) $y = A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + \ldots + A_r x^r +$ etc.,

in welcher

$$A_0 = \frac{U_0}{V_0},\ A_1 = \frac{U_1}{V_1}, \ldots \text{ und } A_r = \frac{U_r}{V_r} \text{ ist,}$$

$$\text{und } U_0,\ U_1,\ U_2, \ldots U_r, \text{ so wie auch}$$

$$V_0,\ V_1,\ V_2, \ldots V_r$$

arithmetische Progressionen, erstere vom m^{ten}, letztere vom n^{ten} Range bilden, anwenden.

Es handelt sich nun vor allem Andern, eine Relation zwischen y und den Differenzialquotienten

$$\frac{dy}{dx},\ \frac{d^2y}{dx^2}, \ldots$$

zu erforschen, wozu folgende Betrachtungen führen.

Da nach der Voraussetzung $A_r = \frac{U_r}{V_r}$, so hat man auch

$$2) \qquad U_r = A_r V_r .$$

Der Lehre der Differenzen zu Folge (man sehe *Ettingshausen's* Vorlesungen über die höhere Mathematik, I. Bd., Seite 255) ist

$$3) \quad V_r = V_0 + r \Delta V_0 + \binom{r}{2} \Delta^2 V_0 + \ldots + \binom{r}{n} \Delta^n V_0 ,$$

wo das Symbol $\binom{r}{n}$ statt $\frac{r(r-1)\ldots(r-n+1)}{1\,.\,2\,.\,\ldots\,.\,n}$ steht, und die übrigen Symbole ähnliche Producte bedeuten.

Daſs der Ausdruck rechter Hand des Gleichheitszeichens mit $\Delta^n V_0$ abbrechen muſs, ist einleuchtend. Denn der Voraussetzung zu Folge ist:

$$\Delta^{n+1} V_0 = \Delta^{n+2} V_0 = \Delta^{n+3} V_0 = \ldots = 0.$$

Aus 2), mit Rücksicht auf 3), ergibt sich

$$U_r = V_0 A_r + \Delta V_0 \,.\, r A_r + \Delta^2 V_0 \,.\, \binom{r}{2} A_r + \ldots$$
$$\ldots + \Delta^n V_0 \,.\, \binom{r}{n} A_r ,$$

und wenn man auf beiden Seiten des Gleichheitszeichens mit x_r multiplicirt, auch

$$U_r x^r = V_0 A_r x^r + \Delta V_0 \,.\, r A_r x^r + \Delta^2 V_0 \binom{r}{2} A_r x^r + \ldots$$
$$\ldots + \Delta^n V_0 \,.\, \binom{r}{n} A_r x^r ;$$

welche Gleichung, wie leicht zu sehen, für jeden ganzen positiven Werth von r, Null mit eingeschlossen, Statt finden muſs.

Gibt man demnach in der letzten Gleichung der Gröſse r nach und nach die Werthe 0, 1, 2, etc. bis ins Unendliche, und addirt man die auf diese Weise hervorgehenden Gleichungen, indem man sich Kürze halber der allgemein üblichen Summenzeichen bedient,

so folgt

$$4)\quad \Sigma U_r\, x^r = V_0 \Sigma A_r\, x^r + \Delta V_0 \Sigma r A_r\, x^r + \ldots$$
$$\ldots + \Delta^r V_0 \Sigma \binom{r}{n} A_r\, x^r,$$

wo allgemein

$$5)\quad \Sigma \binom{r}{k} A_r\, x^r =$$
$$= \binom{k}{k} A_k\, x^k + \binom{k+1}{k} A_{k+1}\, x^{k+1} + \binom{k+2}{k} A_{k+2}\, x^{k+2} + \text{etc.}$$

ist, wenn man nämlich auf

$$\binom{0}{k} = \binom{1}{k} = \ldots \binom{k-1}{k} = 0$$

Rücksicht nimmt.

Aus 5) ergibt sich auch

$$\Sigma \binom{r}{k} A_r\, x^r = \frac{x^k}{1.2..k}$$
$$[k\ldots3.2.1 A_k + (k+1)..3.2 A_{k+1}\, x + (k+2)..3. A_{k+2}\, x^2 + \text{etc.}].$$

Nun ist es nicht schwierig, die in den Klammern befindliche Reihe sogleich für den k^{ten} Differenzialquotienten von

$$y = A_0 + A_1 x + \ldots + A_k\, x^k + A_{k+1}\, x^{k+1} + \text{etc.},$$

nach x genommen, zu erkennen, so daſs die Gleichung

$$6)\quad \Sigma \binom{r}{k} A_r\, x^k = \frac{x^k}{1.2..k} \cdot \frac{d^k y}{d x^k} \quad \text{gilt.}$$

Es ist ohne Zweifel

$$\Sigma A_r\, x^r = y,$$

und nach 6), wenn man daselbst nach und nach $r = 0$, 1, 2, . . . seyn läſst, auch

$$\Sigma r A_r\, x^r = x \frac{dy}{dx}, \quad \Sigma \binom{r}{2} A_r\, x^r = \frac{x^2}{2} \cdot \frac{d^2 y}{d x^2}, \ldots$$
$$\Sigma \binom{r}{n} A_r\, x^r = \frac{x^n}{1.2...n} \cdot \frac{d^n y}{d x^n},$$

so daſs jetzt die Gleichung 4) in

$$7)\quad \Sigma U_r x^r = V_0 y + \Delta V_0 x \frac{dy}{dx} + \Delta^2 V_0 \cdot \frac{x^2}{2} \frac{d^2 y}{dx^2} + \ldots$$
$$\ldots + \Delta^n V_0 \cdot \frac{x^n}{1.2\ldots n} \cdot \frac{d^n y}{dx^n}$$

übergeht.

Nun ist aber auch

$$U_r = U_0 + r\Delta U_0 + \binom{r}{2}\Delta^2 V_0 + \ldots + \binom{r}{m}\Delta^m U_0,$$

wobei dieselben Bemerkungen, wie bei 3), Statt finden.

Multiplicirt man auch hier auf beiden Seiten des Gleichheitszeichens mit x^r, und addirt nachher alle die Gleichungen, welche zum Vorschein kommen, wenn man der Gröſse r, von o angefangen, der Ordnung nach alle denkbaren positiven ganzen Werthe beilegt, und gebraucht die Summenzeichen ganz in dem früheren Sinne, so hat man:

$$8)\quad \Sigma U_r x^r = U_0 \Sigma x^r + \Delta U_0 \Sigma \binom{r}{1} x^r + \ldots$$
$$\ldots + \Delta^m U_0 \Sigma \binom{r}{m} x^r.$$

Hier ist wieder

$$\Sigma \binom{r}{k} x^r = \binom{k}{k} x^k + \binom{k+1}{k} x^{k+1} + \ldots$$
$$\ldots + \binom{k+p}{k} x^{k+p} + \text{etc.},$$

indem $\binom{0}{k} = \binom{1}{k} = \ldots = \binom{k-1}{k} = 0$ ist.

Bedenkt man nun, daſs $\binom{k+p}{k} = \binom{k+p}{p}$, so hat man, indem man das allen Gliedern rechter Hand des Gleichheitszeichens gemeinschaftliche x^k als Factor heraussetzt:

$$9)\quad \Sigma \binom{r}{k} x^r =$$
$$= x^k \left(1 + \binom{k+1}{1} x + \binom{k+2}{2} x^2 + \ldots + \binom{k+p}{p} x^p + \text{etc.}\right)$$

Setzt man hier $k + 1 = -t$, so wird, wie man sich leicht überzeugt:

$$\binom{k+p}{p} = (-1)^p \cdot \binom{t}{p},$$

so dafs die in den Klammern sich befindende Reihe in folgende übergeht:

$$1 - \binom{t}{1} x + \binom{t}{2} x^2 - \ldots + (-1)^p \binom{t}{p} x^p + \text{etc.},$$

welche, wie deutlich zu sehen, die Entwickelung von $(1-x)^t$ ist, so dafs man nun auch

$$(1-x)^{-(k+1)} \quad \text{oder} \quad \frac{1}{(1-x)^{k+1}}$$

für die in den Klammern sich befindliche Reihe setzen kann. Man hat demnach

10) $$\Sigma \binom{r}{k} x^r = \frac{x^k}{(1-x)^{k+1}}.$$

Setzt man nun hier für k nach und nach 0, 1, 2, . . . so erhält man:

$$\Sigma x^r = \frac{1}{1-x}, \; \Sigma \binom{r}{1} x^r = \frac{x}{(1-x)^2}, \; \Sigma \binom{r}{2} x^r = \frac{x^2}{(1-x)^3}, \ldots$$

$$\Sigma \binom{r}{m} x^r = \frac{x^m}{(1-x)^{m+1}}.$$

Führt man nun diese gefundenen Summen in 8) ein, so ist

11) $$\Sigma U_r x^r = \frac{U_0}{1-x} + \frac{\Delta U_0 \cdot x}{(1-x)^2} + \ldots + \frac{\Delta^m U_0 \cdot x^m}{(1-x)^{m+1}}.$$

Man hat demnach, die Gleichung in 7) berücksichtigend:

12) $$V_0 y + \Delta V_0 \cdot x \frac{dy}{dx} + \Delta^2 V_0 \cdot \frac{x^2}{1 \cdot 2} \frac{d^2 y}{dx^2} + \ldots$$

$$\ldots + \Delta^n V_0 \cdot \frac{x^n}{1 \cdot 2 \ldots n} \cdot \frac{d^n y}{dx^n} =$$

$$= \frac{U_0}{1-x} + \frac{\Delta U_0 \cdot x}{(1-x)^2} + \frac{\Delta^2 U_0 \cdot x^2}{(1-x)^3} + \ldots + \frac{\Delta^m U_0 \cdot x^m}{(1-x)^{m+1}},$$

welches die gesuchte Differenzialgleichung ist, die man nur noch zu integriren hat, um y als die in der Frage stehende Function von x zu erhalten, nachdem man

nämlich die bei der Integration eingehenden Constanten gehörig bestimmt hat.

Da die Differenzialgleichung in 12) von linearer Form und n^{ter} Ordnung ist, so kann sie nach der von *Lagrange* gegebenen Methode integrirt werden (*Ettingshausen's* Vorlesungen, I. Bd., S. 391), wenn man n particuläre Auflösungen von der Differenzialgleichung

$$13)\quad V_0 y + \Delta V_0 \cdot x\frac{dy}{dx} + \Delta^2 V_0 \cdot \frac{x^2}{1.2}\frac{d^2 y}{dx^2} + \ldots$$
$$\ldots + \Delta^n V_0 \cdot \frac{x^n}{1.2\ldots n}\cdot\frac{d^n y}{dx^n} = 0$$

kennt.

Um solche particuläre Auflösungen zu erhalten, setze man in dem Ausdrucke linker Hand des Gleichheitszeichens x^k statt y, wo k irgend eine Constante bedeutet, so geht derselbe, nachdem man das allen Gliedern gemeinschaftliche x^k als Factor heraussetzt, in

$$\left(V_0 + k\Delta V_0 + \frac{k(k-1)}{1.2}\Delta^2 V_0 + \ldots + \frac{k(k-1)\ldots(k-n+1)^n}{1.2\ldots n} V_0\right) x^k;$$

oder, wie früher, die Symbole gebrauchend, in

$$\left[V_0 + \binom{k}{1}\Delta V_0 + \binom{k}{2}\Delta^2 V_0 + \ldots + \binom{k}{n}\Delta^n V_0\right] x^k;$$

oder endlich, da der in den Klammern stehende Ausdruck nichts anderes als V_k ist, in

$$V_k\, x^k \quad \text{über.}$$

Sollte nun x^k eine Auflösung der Gleichung 13) seyn, so müſste $V_k x^k$ gleich Null werden; welches dadurch erreicht wird, daſs man k so wählt, daſs $V_k = 0$ wird.

Nun kann aber V_k im Allgemeinen durch Substitution n verschiedener Werthe von k gleich Null werden, indem V_k, als allgemeines Glied einer arithmetischen Reihe vom n^{ten} Range, eine ganze rationale Function n^{ter} Ordnung von k ist.

Es werden daher, wenn $\varrho_1, \varrho_2, \varrho_3, \ldots \varrho_n$ diese n nullmachenden Werthe von V_k sind, auch $x^{\varrho_1}, x^{\varrho_2}, x^{\varrho_3}, \ldots x^{\varrho_n}$, n particuläre Auflösungen der Gleichung 13) seyn.

Mithin ist nach der schon oben angezeigten Methode von *Lagrange*

$$y = C_1 x^{\varrho_1} + C_2 x^{\varrho_2} + C_3 x^{\varrho_3} + \ldots C_n x^{\varrho_n}$$

das vollständige Integral von 12), wo aber

$$C_2, \; C_2, \; \ldots \; C_n$$

Functionen von x sind, die noch aus den n Gleichungen

$$(1) \quad x^{\varrho_1} \frac{dC_1}{dx} + x^{\varrho_2} \frac{dC_2}{dx} + \ldots + x^{\varrho_n} \frac{dC_n}{dx} = 0,$$

$$(2) \quad \varrho_1 x^{\varrho_1 - 1} \cdot \frac{dC_1}{dx} + \varrho_2 x^{\varrho_2 - 1} \cdot \frac{dC_2}{dx} + \ldots$$
$$\ldots + \varrho_n x^{\varrho_n - 1} \cdot \frac{dC_n}{dx} = 0,$$

$$(3) \quad \varrho_1(\varrho_1 - 1) x^{\varrho_1 - 2} \cdot \frac{dC_1}{dx} + \varrho_2(\varrho_2 - 1) x^{\varrho_2 - 2} \cdot \frac{dC_2}{dx} + \ldots$$
$$\ldots + \varrho_n(\varrho_n - 1) x^{\varrho_n - 2} \cdot \frac{dC_n}{dx} = 0,$$

. . . .

$$(n-1) \quad \varrho_1(\varrho_1 - 1) \ldots (\varrho_1 - (n-3)) x^{\varrho_1 - (n-2)} \cdot \frac{dC_1}{dx} + \ldots$$
$$\ldots + \varrho_n(\varrho_n - 1) \ldots (\varrho_n - (n-3)) x^{\varrho_n - (n-2)} \cdot \frac{dC_n}{dx} = 0,$$

$$(n) \left\{ \begin{array}{l} \frac{x^n}{1.2\ldots n} \cdot \Delta^n V_0 \Big[\varrho_1(\varrho_1 - 1)\ldots(\varrho_1 - (n-2))\, x^{\varrho_1 - (n-1)} \cdot \frac{dC_1}{dx} + \ldots \\ \qquad \ldots + \varrho_n \ldots (\varrho_n - (n-2))\, x^{\varrho_n - (n-1)} \cdot \frac{dC_n}{dx} \Big] = \\ = \frac{U_0}{1-x} + \frac{\Delta U_0 \cdot x}{(1-x)^2} + \ldots + \frac{\Delta^m U_0 \cdot x^m}{(1-x)^{m+1}} \end{array} \right.$$

bestimmt werden müssen.

Dieses wird nicht schwierig seyn, denn man findet aus diesen n Gleichungen die Differenzialquotienten

$$\frac{dC_1}{dx}, \quad \frac{dC_2}{dx}, \quad \frac{dC_3}{dx}, \quad \ldots \quad \frac{dC_n}{dx}$$

als bloſse Functionen von x, welche wir beziehlich durch

$$f_1(x), \; f_2(x), \; f_3(x), \; \ldots \; f_n(x)$$

bezeichnen wollen, so daſs

$$\frac{dC_1}{dx} = f_1(x), \quad \frac{dC_2}{dx} = f_2(x), \quad \frac{dC_3}{dx} = f_3(x), \; \ldots$$

$$\text{und} \quad \frac{dC_n}{dx} = f_n(x),$$

und wenn man die Integrale

$$\int f_1(x).dx, \; \int f_2(x).dx, \; \int f_3(x).dx, \; \ldots \; \int f_n(x).dx$$

respective durch

$$F_1(x), \; F_2(x), \; F_3(x), \; \ldots \; F_n(x)$$

bezeichnet, auch

$$C_1 = F_1(x) + a_1, \quad C_2 = F_2(x) + a_2, \quad C_3 = F_3(x) + a_3,$$

$$\text{und endlich} \quad C_n = F_n(x) + a_n \quad \text{ist},$$

indem $a_1, a_2, a_3, \ldots a_n$ die durch Integration hinzugekommenen Constanten bedeuten.

Es wird demnach das vollständige Integral folgendes seyn:

$$y = F_1(x).x^{\nu_1} + F_2(x).x^{\nu_2} + \ldots + F_n(x).x^{\nu_n}$$
$$+ a_1.x^{\nu_1} + a_2.x^{\nu_2} + \ldots + a^n.x^{\nu_n}$$

wo noch die Constanten

$$a_1, \; a_2, \; a_3, \; \ldots \; a_n$$

der Natur der Reihe 1) gemäſs bestimmt werden müssen.

VII.
Neue physikalische Instrumente.

1. Ein einfacher Apparat zum Auffangen der Gase, welche man bei Zersetzungen durch den electrischen Strom erhält. Von *A. Robertson jun.*

Diesen Apparat stellt die 18te Figur vor. Er besteht aus einer Glasröhre *ABC*, die an dem Ende *A* geschlossen, am anderen hingegen offen ist, und an zwei Stellen *D* und *E* eine Biegung hat. In *H* und *G* sind die Platindrähte, welche den electrischen Strom zuführen, luftdicht angebracht. Der zweite Theil dieses Apparates ist ein Gefäfs *F*, durch dessen Hals die Röhre *ABC* gesteckt wird.

Will man diesen Apparat zum genannten Gebrauche anwenden, so hält man die Glasröhre so, dafs der Arm *A* nahe vertical steht, und das geschlossene Ende nach unten gekehrt ist, und füllt sie mit der Flüssigkeit, welche durch den electrischen Strom zersetzt werden soll, völlig an, schliefst dann das offene Ende mit einem Blättchen Papier, und taucht es schnell in das Gefäfs, welches vorläufig schon zur Hälfte mit derselben Flüssigkeit gefüllt seyn mufs. Leitet man nun durch *H* und *G* den electrischen Strom, so sammeln sich die Luftblasen, welche sich an einem Pole entwickeln, im Arme *A*, die am anderen Pole entwickelten im Arme *C*, und häufen sich daselbst an. Durch Graduiren der Röhre kann man auch gleich von der Gröfse des Volumens der Gase überzeugt werden. Will man beide Gase mit einander vermengen, so darf man nur die Röhre, ohne sie vom Gefäfse *F* zu trennen, gehörig neigen.

Dieser Apparat ist ungemein einfach, und kann mittelst eines Löthrohres leicht aus einer Glasröhre beinahe von Jedermann verfertiget werden; auch lassen sich die Enden der beiden Drähte einander sehr nahe stellen, und dadurch die chemische Wirkung des electrischen Stromes ungemein steigern; man braucht nicht viel Flüssigkeit, und kann sie recht bequem einfüllen. (*Phil. journ. N. 5. p. 44.*)

2. Neues Sicherheitsrohr für chemische Apparate. Von *J. King*.

Die gewöhnlichen Sicherheitsröhre, die man am *Woolf*'schen Apparate anzubringen pflegt, lassen sich schwer luftdicht an die Flaschen anbringen, und müssen nothwendig eingekittet werden; ist der innere Druck bedeutend, so wird auch die Länge, welche sie nothwendig haben müssen, unbequem. Bringt man sie in der ersten Flasche an, die den zu condensirenden Theil des chemischen Productes aufnehmen soll, so muſs man zum Sperren der Röhre etwas Flüssigkeit in die Flasche bringen, die nun leicht das Gas absorbirt, aber leicht durch fremdartige Beimischungen aus der Retorte verunreiniget wird. *Welther's* Sicherheitsröhre begegnet diesem Übelstande, doch ist sie von delicater Construction, und muſs bei einem starken Druck des Gases eine bedeutende Länge haben.

Auch *Murray's* Vorschlag, an jedem Arme der communicirenden Röhre eine Kugel anzubringen, hat seine Mängel, weil man mehrere Flaschen anwenden muſs, um eine mäſsige Menge von Flüssigkeit mit dem Gase in Berührung zu bringen, und dadurch die zu verkittenden Stellen vermehrt werden, welches stets nachtheilig ist.

Diesem Gebrechen glaubt *King* durch ein neues Sicherheitsrohr abzuhelfen, das in Fig. 19 abgebildet ist.

Es besteht aus einer Glasröhre, die wie ein Heber gekrümmt, und mit einem Schenkel in die Flasche *I* befestiget ist. In *B* hat es eine conische Öffnung, die mit einem Kegelventil *C* verschlossen ist, das durch aufgelegte Gewichte mehr oder weniger beschwert wird, um so dem jedesmahligen Drucke des Gases angepaſst werden zu können. Im kürzeren Schenkel der Röhre befinden sich zwei andere Glasröhren, *F* und *G*, die sich luftdicht an die Wand der ersteren anlegen, und an den einander zugewendeten, aber etwas von einander abstehenden Wänden eben geschlossen sind, damit die dazwischen befindliche Scheibe *H* an einer oder der anderen luftdicht anliege, und eine Klappe formire. Von diesem Instrumente rühmt *King*, daſs es bei jedem Drucke der Gase angewendet werden kann, ohne an seiner Länge eine Änderung vornehmen zu dürfen; es braucht die erste Flasche keine Flüssigkeit zu enthalten, während die übrigen fast ganz damit angefüllt seyn können; es kann luftdicht ohne Kitt befestiget werden, ist leicht eingerichtet, gestattet dem Gase, das durch seinen Druck gefährlich werden könnte, den Ausgang, und läſst die äuſsere Luft im Nothfalle zu, um ein etwa entstandenes Vacuum auszufüllen. Leider wird wohl Jeder bald bemerken, daſs ein solches Sicherheitsrohr schwerer zu verfertigen ist, und daher kostspieliger ausfallen muſs, als die gewöhnlichen Apparate zu demselben Zwecke. (*Journal of Science, N. XIII. p.* 61.)

3. Stereometer, von *J. Ventreſs.*

Dieses Instrument dient, wie schon sein Name anzeigt, zur Bestimmung des Volumens eines Körpers, insbesondere eines solchen, der in Pulverform vorhanden ist. Daſs man es auch benützen kann, um das spe-

cifische Gewicht einer solchen Masse zu finden, ist für sich klar.

Der Grund, worauf dieses Instrument beruht, wird aus folgender Betrachtung klar: Man denke sich eine gewisse Menge eines gepulverten Körpers in einem Gefäſse, und stürze ein mit Wasser gefülltes Gefäſs darüber, so, daſs das Ganze ein luftdichtes Behältniſs vorstellt. Das Wasser wird herabsinken, die Zwischenräume, welche zwischen den einzelnen Theilchen des Pulvers Statt finden, ausfüllen, indem es die darin enthaltene Luft vertreibt. Diese steigt in die Höhe, und nimmt den obersten Raum im Gefäſse ein. Da ist es nun klar, daſs dieses Luftvolumen, wenn es auf den äuſseren Luftdruck gebracht wird, die Zwischenräume im Pulver vorstellt, und daſs man aus der Differenz zwischen dem Volumen des Gefäſses und dem der Luft auf das des Pulvers schlieſsen kann.

Das Instrument selbst ist in Fig. 20 abgebildet. Es besteht aus zwei Gefäſsen *A* und *B*, wovon das erstere zur Aufnahme des Pulvers bestimmt ist, das letztere hingegen die Flüssigkeit enthält, und das oben erwähnte umgestürzte Gefäſs vorstellt. *A* schlieſst luftdicht an *B*; dieses hat einen Hahn in der Nähe von *A*.

Vor dem Versuche wird *B* mit Wasser gefüllt, an *A* angeschraubt, und der Hahn gesperrt; hierauf umgewendet, die Communication zwischen beiden durch den Sperrhahn wieder hergestellt, damit das Wasser die Luft aus den Zwischenräumen des Pulvers vertreibe, und letztere in *B* in die Höhe steige. Um zu sehen, wie viel Wasser in die Zwischenräume eindringt, mithin oben in der Röhre *B* fehlt, dient die Graduirung derselben, woraus man $^1/_{100}$ eines Kubikzolles erkennt. Bei dem Instrumente, welches *King* verfertigen lieſs, faſst die Röhre, vom Hahn angefangen sammt der oben an-

gebrachten Kugel 2,33 Kubikzolle, die Röhre allein faſst 1,40 K. Z., und ist 16 Z. lang.

Es ist zweckmäſsig, stets frisch gekochtes Wasser anzuwenden, das nur wenig Luft enthält. Wie man aus dem bekannten Volumen der Zwischenräume und des mit Pulver gefüllten Gefäſses das specifische Gewicht des letzteren berechnet, ist für sich klar. (*Journ. of Science, N. XIII. p.* 143.)

4. *Wheatstone's* Kaleidophon.

Es ist bekannt, daſs die Theilchen schallender Körper gewisse regelmäſsige Bahnen beschreiben, die verschieden ausfallen, je nachdem der Körper den Grundton oder einen jener Töne hören läſst, welche durch Abtheilungen in schwingende Parthien entstehen. Wird die Bahn eines solchen Theilchens, oder noch besser die mehrerer symmetrisch liegender Theile dadurch sichtbar gemacht, daſs man sie fein polirt, dadurch zur Reflexion eines groſsen Theiles des auffallenden Lichtes geeignet macht, und zugleich stark beleuchtet, so erhält man eben so eine Menge sichtbarer symmetrischer Figuren, wie dieses in *Brewster's* Kaleidoskop der Fall ist. Es kann daher füglich ein Apparat, mittelst welchem Obiges geleistet wird, *Kaleidophon* heiſsen. Einen solchen hat *Wheatstone* angegeben. Er besteht aus vier, etwa einen Fuſs langen, Stahlstäben, die auf einem horizontal liegenden Brete mit einem Ende in verticaler Richtung befestiget sind, das zugleich dem Ganzen als Basis dient. Der erste Stab ist cylindrisch, etwa $^1/_{10}$ Zoll dick, und trägt an seinem Ende eine Perle aus inwendig versilbertem Glase; der zweite unterscheidet sich vom ersten nur dadurch, daſs er am oberen Ende eine Platte trägt, die sich mittelst einer Charnier in alle Richtungen bringen läſst, die zwischen der horizontalen

und verticalen liegen, und darauf mehrere symmetrisch angeordnete Perlen derselben Art hat. Der dritte Stab stellt ein vierseitiges Prisma vor; der vierte ist etwa in der Mitte gebogen, so, daſs ein Theil vertical, der andere horizontal steht. Werden diese Stäbe mittelst eines mit Leder überzogenen Hammers angeschlagen, so gerathen sie in Schwingungen, und die glänzenden Perlen an ihren Enden beschreiben sichtbare Figuren von symmetrischer Anordnung. (*Quarterly Journ. of Scien. New. Series. Nro. II. p.* 344.)

VIII.
Fortschritte der Physik in der neuesten Zeit.

A. Magnetismus.

1. Über die Veränderungen in der mittleren Dauer der horizontalen Schwingungen einer Magnetnadel. Von *A. T. Kupffer* in Kasan.

Kupffer hat seit dem Jahre 1825 täglich zwei Mal sorgfältig die Dauer der Schwingungen einer horizontal oscillirenden Magnetnadel von 0,5 Meter Länge an einem von *Gambey* in Paris verfertigten Instrumente, wie es *Biot* in seiner Physik, Tom. II. pag. 110, beschreibt, beobachtet, und zwar um 8 Uhr früh, und um 6 Uhr Abends. Die Temperatur der Nadel gab ein innerhalb des Gehäuses des Instrumentes befindliches Thermometer an. Vor jeder Beobachtung wurde das Fadenkreuz des Mikroskopes am Instrumente so gestellt, daſs es dem Zeichen an der Magnetnadel entsprach, und hierauf dieselbe durch ein angenähertes Stück weiches Eisen aus

der Lage ihres Gleichgewichtes gebracht. Um stets denselben Ausschlagwinkel zu erhalten, wurden auf der Magnetnadel zehn Linien gezogen, welche mit der als Hauptzeichen dienenden parallel waren, wovon zu jeder Seite derselben fünf befindlich waren, und von einander um 0,5 Millimeter abstanden, so, daſs die äusserste von der mittleren 2,5 Mill. entfernt war, und ihr ein Ausschlagwinkel von etwa 34′ entsprach.

Die Zeit wurde mit einem *Arnold*'schen Chronometer gemessen, das in einer Minute 150 Schläge machte. Nachdem die Beobachtung bei dem genannten Ausschlagwinkel gemacht war, wurde eine Viertelstunde ausgesetzt, und die Arbeit wieder begonnen, sobald die Magnetnadel nur um 7′ vom magnetischen Meridian abwich. Das mittlere Resultat dieser Beobachtungen ist folgendes:

Monat.	Dauer am Morgen.	Temperatur nach R.	Dauer am Abend.	Temperatur nach R.
1825. October .	31″,2448	12°,3	31″,2342	12°,6
» Novemb.	2363	12°,7	2313	13°,4
» Decemb.	2205	11°,8	2178	12°,2
1826. Jänner . .	2286	13°,2	2259	14°,6
» Februar .	2230	15°,3	2312	16°,7
» März . . .	2282	14°,2	2314	15°,3
» April. . .	2212	13°,5	2178	14°,4
» Mai . . .	2365	14°,5	2210	16°,1
» Juni . . .	2527	16°,9	2406	19°,2
» Juli . . .	2660	19°,6	2625	21°,3
» August. .	2645	17°,3	2601	19°,1
» Septemb.	2594	14°,8	2511	16°,8
» October .	2571	14°,5	2517	15°,3
» Novemb.	2464	15°,3	2474	16°,1

Um aus diesen Beobachtungen ein Gesetz zu erkennen, muſs man alle Resultate auf einerlei Temperatur

bringen. *Kupffer* konnte den Einfluſs der Temperaturänderung auf seine Magnetnadel nicht durch directe Versuche bestimmen; er suchte ihn daher dadurch auszumitteln, daſs er annahm, die Dauer der Oscillationen ändere sich von Monat zu Monat gleichförmig. Dadurch fand er die Correction für eine Temperaturänderung von 1° R. gleich 0,0055, eine Zahl, die zwar viel geringer ist, als sich aus seinen früheren Versuchen (*Annales de Chim. etc. Octob.* 1825) erwarten lieſs, aber sich aus der gröſseren Härte der jetzt gebrauchten Magnetnadel, und aus den vielen daran angebrachten, und die Schwingungsdauer vermindernden Kupfertheilen wohl erklären läſst. Bringt man nach dieser Zahl alle Beobachtungen auf die Temperatur von 13° R., so erhält man folgende Resultate:

Monat.		Dauer des Morgens.	Dauer des Abends.	Mittel aus beiden.
1825.	October . .	31″,2487	31″,2364	31″,2426
»	November .	2380	2291	2335
»	December .	2221	2222	2246
1826.	Jänner . .	2275	2171	2224
»	Februar . .	2103	2109	2106
»	März . . .	2216	2188	2202
»	April . . .	2187	2101	2114
»	Mai . . .	2282	2040	2161
»	Juni . . .	2313	2055	2184
»	Juli . . .	2320	2170	2245
»	August . .	2410	2265	2286
»	September .	2495	2302	2398
»	October . .	2488	2390	2439
»	November .	2337	2303	2320

Diese Beobachtungen zeigen: 1) daſs die mittlere Dauer der Schwingungen einer horizontal oscillirenden Magnetnadel im September oder October, also am Ende

des Sommers, ihr Maximum, und im Februar, mithin im Winter, ihr Minimum erreicht; 2) daſs die täglichen Änderungen dieser Dauer im Sommer gröſser seyen als im Winter; 3) daſs sich diese Dauer von einem Jahre zum andern in Kasan nicht merklich geändert habe.

Kupffer suchte auch durch Beobachtungen darzuthun, ob jene unregelmäſsigen und plötzlich eintretenden Änderungen im Stande der Magnetnadel, die *Arago* in Paris bemerkt hatte, auch in Kasan Statt finden. Hier folgen seine Beobachtungen.

Jahr 1825.

Am 7. October um 9 Uhr früh bewegte sich der Nordpol der Magnetnadel plötzlich um etwa 7′ gegen West, und am Abende desselben Tages sah man zu Leith ein Nordlicht.

Am 13. October um 10 Uhr Abends bewegte sich die Nadel unregelmäſsig gegen Ost; dasselbe Phänomen trat am 25. October um 9 Uhr Abends wieder ein.

Am 27. October bewegte sie sich um etwa 7′ gegen Ost.

Am 3. Nov. um 8 Uhr Abends trat eine unregelmässige Bewegung von etwa 5′ gegen Ost ein. Eine horizontale Schwingung dauerte bei 13°,5 R. 31″,2325; am vorhergehenden Abende, so wie an dem folgenden, betrug diese Dauer bei 13° R. 31″,2323 und 31″,2388. In Paris wich die Nadel um 9′ gegen Ost ab, und um 11 Uhr Abends sah man zu Leith ein Nordlicht.

Am 4. Nov. sah man zu Leith zwar ein Nordlicht, auch bemerkte man zu Paris vor Mittag eine unregelmäſsige Bewegung der Magnetnadel; zu Kasan wurde nichts der Art wahrgenommen.

Am 22. Nov. um 8½ Uhr Abends ging die Nadel um 9′ gegen Ost; die Dauer einer Oscillation betrug 31″,2101

bei $12^{0\,5}/_8$ R., am vorhergehenden Abende aber 31'',2318 bei $13^{0\,1}/_2$. In Paris unregelmäſsige Bewegungen, zu Leith ein Nordlicht.

Am 24. Nov. Abends ging die Nadel plötzlich gegen West, und eine Oscillation dauerte bei $11^{0\,1}/_2$ R. 31'',1820.

Am 11. December um 9 Uhr Abends ging sie gegen Ost um etwa 3', und eine Oscillation dauerte 31'',2095 bei 11° R.

Am 25. und 26. December um 10 Uhr Abends eine unregelmäſsige Bewegung gegen Ost.

Jahr 1826.

Am 5. Jänner um 10 U. A. bewegte sich die Magnetnadel nahe um 16' gegen Ost, und man sah zu Königsberg in Preuſsen ein Nordlicht.

Am 13. J. um 9 U. M. wich sie etwas gegen Ost ab; eine Schwingung dauerte 31'',2275 bei 13° R., am folgenden Tage nur 31'',2143 bei 12° R.

Am 22. J. um 8 U. A. Bewegung gegen Ost.

Am 18. August um $6^1/_2$ U. A. dasselbe Phänomen.

Am 2. Sept. um 8 U. A. Ablenkung gegen West.

Am 14. Sept. um 5 U. A. Ablenkung gegen Ost um 9'—10'. Eine Oscillation dauerte 31'',2887 bei 8°,5 R.; am 12. Sept. betrug diese Dauer bei $18^{0\,3}/_4$ R. 31'',2606; am 15. Sept. bei $18^{0\,3}/_4$ R. 31'',2759. Diese Bewegungen dauerten auch den 15. und 16. fort.

Am 25. Sept. eine kleine Ablenkung gegen West.

Am 20. October unregelmäſsige Bewegungen.

Am 25. October um 7 U. A. Ablenkung gegen Ost.

Am 7. Nov. Abends eine Ablenkung gegen Ost. Die Dauer einer Oscillation betrug bei 15° R. 31'',2632, am vorhergehenden Abende bei 15° R. 31'',2394, und am folgenden Abende 31'',2547 bei 18° R.

Am 16. Nov. Ablenkung gegen West.

Am 20. Nov. um 6 U. A. Ablenkung gegen Ost. Eine Oscillation dauerte bei $17^0 \, {}^1/_2$ R. 31″,2945; am 17. Nov. bei 17^0 R. 31″,2606; am 21. Nov. Abends bei $16^0 \, {}^3/_4$ R. 31″,2515.

Diese Beobachtungen zeigen deutlich, daſs zwischen der Ursache eines Nordlichtes und den unregelmäſsigen Ablenkungen einer Magnetnadel eine innige Verbindung Statt findet, und daſs sich diese Ursache sehr weit erstrecken muſs, indem die Magnetnadeln zu Paris und Kasan fast gleich afficirt wurden. Öfters fand während einer solchen unregelmäſsigen Ablenkung der Magnetnadel eine Änderung in der Dauer einer Oscillation Statt, wie dieses die erwähnten Beobachtungen am 14. Sept., am 7. und 20. Nov. 1826, und am 24. Nov. 1825 zeigen; oft zeigte sich aber in dieser Dauer gar keine Verschiedenheit.

Es ist bekannt, daſs die Änderung in der Dauer der Schwingung einer horizontalen Magnetnadel sowohl von einer Änderung der Intensität des Erdmagnetismus, als auch von der des Cosinus der Neigung, oder von beiden zugleich herkommen kann. Weil aber nach *Sabine's* Beobachtungen die Intensität des Erdmagnetismus vom Äquator zu den Polen sich von 1 bis 2 ändert, während der Cosinus der Neigung aus 0 in 1 übergeht, so muſs die Neigung einen gröſseren Einfluſs auf die Dauer einer Schwingung haben, als die Stärke der magnetischen Kraft, und man kann füglich annehmen, daſs die *beobachteten* Variationen in der Schwingungszeit bloſs von den Änderungen der magnetischen Neigung abhängen. Mit diesem Raisonnement *Kupffer's* stimmt das recht gut überein, was von *Parry* und *Foster* zu Port Bowen gefunden wurde. (Siehe B. III. S. 93 dieser Zeitschrift.)

Aus den vorzüglich von *Arago* so glücklich benützten Beobachtungen der magnetischen Neigung, welche

die von *Duperrey* geleitete Expedition gemacht hatte, zeigte sich, dafs die Änderungen der magnetischen Neigung von einer in der Richtung von Ost gegen West erfolgenden Bewegung des magnetischen Äquators der Erde herrühren. *Kupffer* versucht nun auch die Änderungen der magnetischen Abweichung aus einer Bewegung der Linien ohne Abweichung zu erklären. Dafs diese Linien fortschreiten, ist keinem Zweifel unterworfen, und dafs die Abweichung an einem Orte wachsen mufs, wenn sich die Linie ohne Abweichung davon entfernt, ist für sich klar. Einst ging diese Linie, welche sich jetzt in Amerika befindet, durch Paris und London, die in der Nähe von Kasan befindliche ging auch einst durch Kasan; denn im Jahre 1761 war daselbst die Abweichung 2° 1/2 W., im Jahre 1805 2° O., und im Jahre 1825 fand sie *Kupffer* selbst noch von 3°, und vom Nov. 1825 bis Nov. 1826 hat sie um 5′—6′ zugenommen. Zu Archangel betrug die Abweichung beim Anfange dieses Säculums 1/2° W., zu Swatoi-Nos 1° 1/2 O., gegenwärtig beträgt sie im ersteren Orte 2° O., im letzteren 1° O. Es hat demnach die Linie ohne Abweichung wahrscheinlich Kasan im Jahre 1780 getroffen.

Da es aber mehrere Linien ohne Abweichung gibt, und sich eine einem Orte nähert, während sich die andere davon entfernt, so kann die Abweichung nur bis zu einer gewissen Grenze wachsen, und ihr Maximum erreichen, wenn beide Linien gleich weit davon abstehen, wie dieses vor einigen Jahren in London und Paris der Fall war.

Verlängert man die in Amerika befindliche Linie ohne Neigung bis zum magnetischen Äquator, so findet man, dafs sie diesen gerade an der Stelle trifft, wo er die gröfste südliche Breite hat; thut man dasselbe mit

der bei Kasan vorbeigehenden Linie, so schneidet sie ihn im Puncte seiner gröſsten nördlichen Breite.

Es scheint daher die Bewegung der Linie ohne Abweichung mit der ohne Neigung zusammen zu hängen. Damit stimmt der Umstand recht gut überein, daſs die Variationen der Neigung bei Kasan, also in der Nähe der Linie ohne Abweichung, gegen die in Christiania so klein sind. (*Annales de Chim. Juillet* 1827.)

2. Über die Neigung und Stärke der Magnetnadel in verschiedenen Theilen der nördlichen Erdhälfte. Von *P. Barlow.*

An die interessanten Bemerkungen *Kupffer's*, die Ursache der Variation der magnetischen Abweichung betreffend, schlieſsen sich sehr wohl die an, welche *Barlow* im *Phil. Journal, Nro. 5, p.* 142 — 149 mitgetheilt hat, um so mehr, als sie sich auf die von *Foster* aufgestellte Hypothese beziehen, vermöge welcher die magnetischen Pole der Erde um ihren mittleren Standpunct eine tägliche Bewegung haben, und einen Kreis von 2 ½′ — 3′ Halbmesser beschreiben, die weitläufiger im ersten Hefte des dritten Bandes dieser Zeitschrift mitgetheilt wurde. *Foster* glaubt aus dieser Hypothese alle Phänomene der täglichen Variation in der Richtung und Stärke einer Magnetnadel an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche erklären zu können. Ist dieses der Fall, so muſs der magnetische Pol stets gegen die Sonne hingelenkt werden. Da stellt nun *Barlow* die Frage auf: Rührt diese Ablenkung davon her, daſs die Sonne den Magnetismus derjenigen Theile der Erde schwächt oder verstärkt, worauf sie am kräftigsten wirkt? Zur Beantwortung dieser Frage führt er an, daſs die Resultirende aller magnetischen Kräfte der Erde näher an den Theil der Erde rücken muſs, der den Sonnenstrahlen am mei-

sten ausgesetzt ist, wenn vorausgesetzt wird, dafs der Erdmagnetismus an der von der Sonne am kräftigsten beschienenen Seite mehr sich entwickelt. Da nun die Erfahrung wirklich lehrt, es nähere sich der magnetische Pol der von der Sonne am meisten beschienenen Stelle, so mufs ihr Einflufs wohl die magnetische Kraft steigern.

Der magnetische Zustand der Erde gleicht dem einer ungleich erwärmten Kugel von Eisen. So lange die Temperatur aller Theile dieselbe ist, wirken auch alle Theile des magnetischen Fluidums bei einerlei Entfernung gleich stark auf einander ein. Werden die am Äquator befindlichen Theile einer solchen Kugel stärker erwärmt, als die auf den Polen befindlichen, so nehmen sie auch eine stärkere magnetische Kraft an. Eine Magnetnadel würde am Äquator eine gröfsere Intensität ihrer Kraft, und eine geringere Neigung zeigen, als an ihren Polen, gerade so, wie man dieses am Erdkörper bemerkt.

Indefs hat Cap. *Sabine* an der Stärke und Neigung einer Magnetnadel mehrere Anomalien entdeckt, und auch einige Modificationen in der täglichen Variation der magnetischen Intensität etc. wahrgenommen, die sich an die oben erwähnte Hypothese nicht anschliefsen zu wollen scheinen. Durch folgende Betrachtungen glaubt aber *Barlow* diese Anomalien zu erklären, und die Zuläfsigkeit obiger Hypothese auch von der Seite nachzuweisen.

Nach Dr. *Young* läfst sich die Intensität einer Neigungsnadel durch die Formel

$$I = A\sqrt{\frac{l}{4 - 3\sin.^2\delta}},$$

und die einer Abweichungsnadel durch

$$I = A\sqrt{\frac{l}{3 + 5\sec.^2\delta}}$$

ausdrücken, wo δ die magnetische Inclination am Beob-

achtungsplatze, und *l* die magnetische Breite desselben ausdrückt, vorausgesetzt, daſs an allen Stellen dieselbe Temperatur herrscht. Dieser Formeln hat sich *Sabine* bedient.

Sabine's Beobachtungen haben aber gezeigt, daſs die Formeln für Orte mit sehr verschiedener magnetischer Neigung kein ganz richtiges Resultat geben; es läſst sich aber nachweisen, daſs dieses von einer ungleichen Erwärmung herrührt.

Man denke sich eine Magnetnadel im Gleichgewichte befindlich, und in diesem von zwei Kräften erhalten, deren eine gegen die Polargegend, die andere gegen die Äquatorialgegend gerichtet ist, und lasse nun die Temperatur des Ortes, wo sich diese Nadel befindet, gegen den Äquator hin steigen. Da wird offenbar die Nadel mehr gegen die Äquatorialgegend hingezogen werden, und mithin eine gröſsere Neigung bekommen; allein ihre Intensität wird unabhängig von der Neigung gröſser oder kleiner seyn, je nachdem nun die mittlere Temperatur gröſser oder kleiner ist, als die vorhin herrschende; die Vergröſserung der Neigung bringt aber für sich schon eine Verminderung in der Stärke der Magnetnadel hervor, wenn man sie nach obiger Formel berechnet. Darum gibt es in jedem magnetischen Meridiane einen Punct, über den hinaus gegen den Pol die wirkliche Stärke einer Magnetnadel bedeutend geringer ist, als sie obige Formel anzeigt; und eben so gibt es in jedem Meridiane einen anderen Punct gegen den Äquator hin, wo diese Intensität gröſser ist, als die aus der Formel abgeleitete. Alles dieses läſst sich an einer eisernen ungleichförmig erwärmten Kugel genau nachweisen, und es kann nicht bezweifelt werden, daſs bei der Erde, wo die Erfahrung dieselben Phänomene nachweiset, auch dieselbe Ursache macht, daſs die Formeln, denen die Voraus-

setzung einer gleichförmigen Temperatur zum Grunde liegt, gegen den Äquator eine zu geringe, gegen die Pole eine zu groſse Intensität angeben.

Auf der Erde herrscht nicht einmal in demselben Parallelkreise eine gleichförmige Temperatur, wie in dem vorher betrachteten Falle vorausgesetzt wurde. Aus der Ungleichförmigkeit der Temperatur verschiedener Stellen desselben Parallelkreises lassen sich die übrigen von *Sabine* beobachteten Anomalien erklären. Es ist nicht zu erwarten, daſs man von Allem wird die genaueste Rechenschaft geben können, weil die Temperatur so sehr von Localitäten und anderen Umständen abhängt. Das feste Land und das Meer hat nicht bloſs in demselben Parallelkreise eine verschiedene Temperatur, sondern auch eine verschiedene Leitungsfähigkeit, und davon hängt wahrscheinlich viel ab. Vielleicht liegt darin, daſs das feste Land in zwei groſse Parthien abgetheilt erscheint, die Ursache, daſs sich die Phänomene des Magnetismus leichter aus der Annahme zweier magnetischer Nord- und Südpole erklären lassen, als aus einem einzigen Nord- und Südpol. Zur gröſseren Bekräftigung des Gesagten folgt hier eine Tafel, welche die von *Sabine* beobachteten, und die nach der vorhin angeführten und besprochenen Formel berechneten Intensitäten enthält:

Station.	Berechnete Intensität.	Beobachtete	Neigung.
St. Thomas . .	1.00	0.99	0° 0′.4 S.
Ascension . . .	1.005	—	5° 10′ S.
Bahia	1.00	—	4° 1′.2 N.
Sierra Leone .	1.12	1.115	31° 2′.25 N.
Maranham . . .	1.06	1.09	23° 7′.75 N.
Port Prayat . .	1.27	—	45° 26′.1 N.
Teneriffa . . .	1.57	—	59° 50′ N.
Trinidad	1.19	1.33	39° 2′.5 N.
Madera	1.55	—	62° 12′.3 N.
London	1.72	1.54	70° 3′.5 N.
Jamaika	1.29	1.52	46° 58′.25 N
Cayman	1.32	1.53	48° 48′.3 N.
Drontheim . .	1.82	1.52	74° 43′ N.
Hammerfest . .	1.87	1.57	77° 15′.7 N.
Havannah . . .	1.37	1.62	51° 55′.3 N.
Spitzbergen . .	1.93	1.66	81° 11′ N.
Grönland . . .	1.92	1.62	80° 11′ N.
Neu-York . . .	1.79	1.88	73° 0′.5 N.

(*Phil. Journ. N.* 5. *p.* 142.)

B. Electricität.

1. Über die bei chemischen Wirkungen entwickelte Electricität und die Anwendung schwacher electrischer Ströme zur Erzeugung chemischer Verbindungen. Von *Becquerel.*

Das Verhältnifs zwischen der Electricität und der chemischen Affinität sehen die Physiker seit der Entdeckung der grofsen chemischen Wirkungen der erste-

ren als eine Sache von gröſster Wichtigkeit an; man ist aber noch keineswegs in diesem Puncte zu einem ganz sicheren Schluſs gelangt. Eine groſse Anzahl Gelehrter von hohem Verdienste spricht sich dahin aus, daſs die electrische Anziehung und die chemische Verwandtschaft Modificationen derselben Kraft sind, und sich nur dadurch von einander unterscheiden, daſs bei jener die Körper als Massen, bei dieser hingegen nach ihren kleinsten Theilen wirken, daſs mithin jede chemische Wirkung, ihrem letzten Grunde nach, eine electrische Erscheinung ist, welche auf der electrischen Polarität der kleinsten Theile beruht. (*Berzelius* Theorie der chemischen Proportionen. Dresden 1820, S. 97.)

Diese Ansicht hat in der neuesten Zeit durch *Davy's* Versuche und Autorität bedeutend gewonnen. Sie sind im zweiten Bande, S. 447 dieser Zeitschrift dargestellt worden. Die Basis seiner Ansicht liegt darin, daſs durch chemische Verbindungen keine Electricität frei werde, und die Electricität, welche man bemerkt, wenn saure und alkalische Substanzen in Berührung kommen, nicht von ihrer chemischen Wechselwirkung herrühre, sondern reine Contact-Electricität sey. Diesen Ergebnissen entgegengesetzt sind die von *Becquerel*, welcher dargethan zu haben glaubte, daſs wirklich durch bloſse Molecular-Anziehung im Augenblicke, wo sich zwei Körper mit einander chemisch verbinden, Electricität frei werde. Nachdem *Davy's* genannte Versuche bekannt geworden waren, hat *Becquerel* seine Ansicht von Neuem durch Experimente geprüft. Er läugnet keineswegs die von *Davy* bekannt gemachten Thatsachen, glaubt aber, es sey der Gang, um zu zeigen, ob sich bei chemischen Wirkungen Electricität entwickle oder nicht, natürlicher, wenn man von einfacheren Thatsachen ausgeht, als *Davy* gethan hatte.

Becquerel bediente sich zu seinen Versuchen eines Multiplicators, der aus zehn mit Seide übersponnenen Kupferdrähten bestand, welche die Compaſsbüchse umgaben, und an jedem Ende sich zu einem einzigen vereinigten, der mit dem Körper communicirte, welcher dem Versuche unterworfen wurde. An diesem brachte er vier mit einander verbundene Magnetnadeln an, deren zwei innerhalb der Windung des Multiplicators sich befanden, und die gleichnamigen Pole in derselben Richtung hatten, während die zwei anderen auſserhalb derselben waren, und auch die gleichnamigen Pole nach derselben Gegend richteten, so daſs das Ganze beinahe astatisch war.

Mit diesem Apparate suchte *Becquerel* zuerst factisch zu beweisen, daſs ein Metall gegen sein Oxyd sich negativ verhalte, und nachzuweisen, wie die electro-motorische Wirkung zwischen Metallen und den Lösungen neutraler Salze beschaffen sey.

Zum ersteren Behufe nahm er zwei mit einer neutralen Salzlösung (z. B. mit Salpeter) gefüllte Porzellangefäſse, und verband sie mittelst eines Amianthfadens. Wurde in jedes derselben ein mit einem Pole des Multiplicators verbundenes Kupferplättchen getaucht, so erfolgte keine Wirkung; deckte man aber vorläufig ein Plättchen mit Protoxyd oder Deutoxyd des Kupfers, so konnte man aus der Ablenkung der Magnetnadel leicht erkennen, daſs das Metall gegen sein Oxyd positiv electrisch sich verhalte.

Um das electro-motorische Verhalten der Metalle in Berührung mit Salzlösungen zu erfahren, wurde eines der genannten Porzellangefäſse mit sehr verdünnter, das andere mit concentrirter Kochsalzlösung angefüllt, und beide mit einander mittelst einer gekrümmten, mit ersterer Flüssigkeit gefüllten Glasröhre in Verbindung

gesetzt. Tauchte man nun in jedes derselben ein blankes Kupferstück, das mit dem Multiplicator communicirte, so zeigte sich die Wirkung im concentrirten Fluidum etwas gröſser als im verdünnten, und man konnte aus der Differenz auf die Beschaffenheit der Electricität schlieſsen, die ein Metall in Berührung mit einer Salzauflösung gibt. Die Erfahrung lehrte, daſs das Kupfer negativ electrisch werde. Eben so geht es mit Kupfer in einer Salpeterlösung, und es hat den Anschein, als herrsche bei mehreren Salzlösungen dasselbe Verhältniſs. Um zu sehen, ob diese Wirkung nicht etwa von der Bildung eines neuen an das Kupfer abgesetzten Stoffes in der concentrirteren Lösung herrühre, verwechselte *Becquerel* die Kupferstücke, und bemerkte, daſs sich auch alsogleich der electrische Strom umkehrt, welches nicht seyn könnte, wenn sich etwa eine Oxydlage gebildet hätte. Auch müſste sich in diesem Falle ein entgegengesetzter Effect zeigen, weil das Oxyd gegen das Kupfer negativ sich verhält.

Becquerel untersuchte auch die Electricitätsentwickelung bei der Wirkung einer Säure auf ein Alkali oder ein Oxyd. Er nahm zu diesem Zwecke vier Gefäſse, die man sich in eine Reihe gestellt denken muſs. Die zwei äuſseren waren von Platin, und enthielten Salz- oder Salpetersäure, die inneren von Porzellan, wovon eines eine Säure, das andere eine alkalische Flüssigkeit enthielt; verband dann das erste und zweite, so wie das dritte und vierte mittelst gekrümmter enger Röhren, wovon die in das erste und zweite Gefäſs reichende mit der in diesem enthaltenen Säure, die andere mit Meerwasser oder Salpeter gefüllt war, und setzte endlich das dritte und vierte mittelst Amianth in Communication.

Wurden nun zwei mit dem Multiplicator communicirende Platinbleche in die äuſseren Gefäſse getaucht,

so zeigte sich beim Gebrauch der Salpetersäure und einer Sodalösung eine Abweichung der Magnetnadel um 7° — 8°, die gar auf 15° und höher gebracht werden konnte, wenn man Sodastücke in die Lösung brachte, so daſs sie die Säure berührten. Die Säure erschien positiv electrisch. Schwefel- und Salzsäure führten zu demselben Resultate; jedoch darf nicht unbemerkt bleiben, daſs manchmal im Augenblicke der beginnenden Verbindung ein entgegengesetzter Strom Statt hatte, der aber schwächer wird, wenn man die chemische Wirkung steigert, endlich verschwindet, und dann gar in einen entgegengesetzten übergeht. *Becquerel* meint, es rühre dieses von Unreinigkeiten her, die manchmal im Amianth enthalten sind. *Davy* fand bei diesem Versuche keine Spur von Electricität, und zwar, wie *Becquerel* meint, weil er lauter Porzellangefäſse anwendete, und die äusseren, statt mit einer Säure, mit einer Neutralsalzlösung anfüllte.

Mit Metalloxyden zeigte sich dasselbe, wie mit Säuren und Alkalien, wenn man beim Versuche statt der Pottaschenlösung eine neutrale Salzlösung nimmt, und den Amianthfaden mit Oxyd bestreut.

Nach diesen Versuchen glaubt *Becquerel* mit Recht den Satz aufstellen zu dürfen, daſs sich bei chemischen Verbindungen Electricität entwickelt. Er führt zur Unterstützung seiner Behauptung auch noch den Umstand an, daſs mit der Temperaturerhöhung, welche so oft der chemischen Wirkung vorausgeht, nicht immer eine Verstärkung der electrischen Spannung eintritt, indem nach seinen Versuchen (Bd. I. S. 430) bei einer bestimmten Temperatur die electrische Spannung ihr Maximum erreicht, und bei fernerer Steigerung der ersteren abnimmt, ja in eine entgegengesetzte übergeht; und doch setzt, sagt *Becquerel*, die electro-chemische Theorie

voraus, daſs die electrischen Zustände der Körper, die sich berühren, durch die Temperaturerhöhung gesteigert werden, bis zu dem Punct, wo die chemische Verbindung eintritt.

Ungeachtet der Richtigkeit dieser Thatsachen scheint mir (*B.*) noch immer der electro-chemischen Theorie nicht der Stab gebrochen zu seyn. Denn was die von *Becquerel* bei der chemischen Verbindung eines Alkali oder Oxydes mit einer Säure bemerkte Electricitätsentwickelung anbelangt, so glaube ich, sie lasse sich daraus erklären, daſs während der Verbindung zweier Theilchen zwei oder mehrere andere in Berührung sind, die wieder, wenn sie sich vereinigen, durch andere sich bloſs berührende ersetzt werden; und wiewohl die Electricität der ersteren verschwindet, so kann doch die der letzteren übrig und bemerkbar bleiben. Diese Erklärung setzt nur voraus, daſs die chemische Wirkung nicht im Augenblicke der Berührung eintritt, sondern erst nach einer, wiewohl sehr kurzen Dauer derselben. Was den Wechsel der Electricität bei der Erhöhung der Temperatur anbelangt, den *Becquerel* auch als Fundament seiner Ansicht und als Einwurf gegen die electro-chemische Theorie betrachtet, so glaube ich wieder, *Becquerel* folgere etwas aus seinen Versuchen, was nicht darin liegt. Denn, genau genommen, fordert ja die electrochemische Theorie gar nicht, daſs die electrischen Zustände der sich berührenden Körper durch die Temperaturerhöhung gesteigert werden, weil man auch nicht bestimmt behaupten kann, daſs die chemische Affinität jener Körper, die sich z. B. bei der gewöhnlichen Luftwärme nicht verbinden, sondern dazu eine erhöhte Temperatur brauchen, durch diese Temperaturerhöhung gradweise gesteigert werde, sondern nur, daſs sie bei der *bestimmten* Temperatur die zur Überwindung der

etwaigen Hindernisse nöthige Stärke besitze. Wir haben kein Mittel, das stufenweise Zunehmen der Verwandtschaft zweier Körper während ihrer Erwärmung zu messen, wohl aber eines, um den graduellen Wachsthum ihrer electrischen Spannung zu bestimmen, während ihre Temperatur steigt, und können daher keineswegs beide in ihrem Gange mit einander vergleichen; und es wäre nichts Ungereimtes, aber vielleicht unerweislich, zu behaupten, dafs die Affinität bei der Temperaturerhöhung eben so wächst und abnimmt, wie die Contact-Electricität. *Becquerel* hat auch die Metalle, deren electrischen Zustand während ihrer Erwärmung er prüfte, nicht bis zur chemischen Verbindung geprüft, und die von ihm bei niederen Wärmegraden gefundenen Thatsachen können nicht auf den Moment der Verbindung bezogen werden.

* * *

Becquerel untersuchte auch den Einflufs der Electricität von geringer Spannung auf chemische Bildungen, und betrachtete zuerst die Verbindung der Chloride, dann die der Jodide.

Zu diesem Ende mufste er vorläufig untersuchen, was Statt findet, wenn ein sehr schwacher electrischer Strom durch eine metallene Kette, die von einer Salzlösung unterbrochen ist, geleitet wird. Er nahm zwei dünne Kupferdrähte, setzte sie mittelst zweier in einander greifender Ringe in Communication, und verband ihre freien Enden mit denen des Multiplicators; schnitt dann den Metallbogen an einem Puncte entzwei, und tauchte die dadurch erhaltenen Enden in eine Kochsalzlösung. Erhöhte er nun die Temperatur eines der beiden Ringe, so bemerkte er einen electrischen Strom, der vom erwärmten Ringe zum anderen ging, so dafs erste-

rer negativ electrisch seyn mufste; endigte sich aber jedes in die Salzlösung getauchte Stück mit Platin, so verschwand der Strom. Dasselbe erfolgte mit Gold. Mit Silber war der Strom sehr schwach, mit Zink, Blei, Eisen, Zinn etc. hingegen äuſserst kräftig. Man sieht leicht, daſs dieses Phänomen nicht von der Leitungsfähigkeit der Metalle abhängt, weil gerade die schlechteren Leiter, wie Blei und Zink, mit Kupfer einen so starken Strom geben. Da Zink, Kupfer, Blei und Eisen zu den oxydirbaren Metallen gehören, so schloſs *Becquerel*, daſs in einer metallenen Kette, welche durch eine Salzlösung unterbrochen ist, und an deren einer Stelle man beide electrische Zustände in geringem Grade hervorruft, ein electrischer Strom Statt findet oder nicht, je nachdem die beiden in die Flüssigkeit getauchten, übrigens gleichen Endtheile aus einem oxydirbaren Metalle bestehen oder nicht. Daraus erklärt es *Becquerel*, warum *Davy*, bei seinen Versuchen über die Electricität während der Verbindung eines Alkali mit einer Säure, keine Spur derselben bemerken konnte, weil er nämlich Platinbleche in die Salzlösung reichen lieſs.

Um den Einfluſs einer schwachen Electricität auf die Verbindung der Chloride zu untersuchen, nahm *Becquerel* eine Uförmig gebogene Röhre von 1 — 2 Mill. im Durchmesser, brachte am Boden derselben einen Pfropf von Amianth an, um den Inhalt beider Arme von einander zu trennen, goſs in einen derselben eine mit einer gewissen Menge Kupferoxyd gemengte Auflösung von schwefelsaurem Kupfer, in den anderen aber eine Hydrochloridlösung und nicht aufgelöstes Salz derselben Art, z. B. Seesalz. Sobald die Communication durch Kupferbleche hergestellt war, so bedeckte sich das Ende des Metalles, welches in das schwefelsaure Salz getaucht war, mit metallischem Kupfer, die Schwefelsäure lösete

einen Theil des am Boden befindlichen Kupferoxydes auf, woraus durch den fortdauernden electrischen Strom eine neue Zersetzung hervorging, die mit einer chemischen Verbindung beständig wechselte; weil aber alles dieses langsam vor sich ging, so bildeten sich Kupferkrystalle von bestimmter Gröſse. Diese hing von der Stärke des electrischen Stromes ab, und ward kleiner, wenn diese zunahm. Im anderen Arme der Röhre ward ein Theil Kochsalz zersetzt, die Salzsäure begab sich zum Kupfer, das sich oxydirt hatte, und bildete wahrscheinlich ein Sauerstoff-Chlorid, das sich mit dem Sodium-Chlorid verband; am Kupferplättchen bildeten sich octaëdrische Krystalle. Alles dieses ging vor sich, es mochte die Luft Zutritt haben oder nicht.

Diese Krystalle erleiden in luftdicht geschlossenen Röhren keine Veränderung, wohl aber in Berührung mit Wasser, wo sie zersetzt werden. Dauert der Versuch ein oder zwei Monate, so erleiden sie merkwürdige Veränderungen: wiewohl sie anfänglich farbenlos und sehr klar sind, so werden sie doch violett, und nehmen eine smaragdgrüne Farbe an, ohne ihre Durchsichtigkeit zu verlieren. Silber gibt mit Sodium-Chlorid auch eine Verbindung. Man wendet auch dabei gekrümmte Röhren an, und gibt in jeden Arm derselben eine Kochsalzlösung; dann taucht man in einen einen Platindraht, in den anderen einen Silberdraht, und verbindet beide an ihren freien Enden, um so ein *Volta*'sches Element zu erhalten. Der Apparat war einige Monate lang in Thätigkeit. Nach vierzehn Tagen bemerkte man zuerst am Silberdrahte Krystalle, die langsam wuchsen, und mit ihren Nebenflächen eine rhomboëdrische Gestalt darstellten, doch waren sie zur näheren Bestimmung ihrer Krystallisation zu klein. Wasser änderte sie nicht; sie wechseln die Farbe, werden violett, und dann blau.

Blei und Zinn wurden auf gleiche Weise versucht, indem man sie dem Kupfer substituirte, und in einen Arm des heberförmigen Röhrchens eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer, in den anderen Kochsalzlösung gab. Auch hier schied sich das Kupfer auf dem Blei oder Zinn aus.

Eine Auflösung von Salmiak statt des Kochsalzes gab im vorhergehenden Versuche mit Kupfer, ohne Berührung mit Luft, ein Product, das in Octaëdern krystallisirte, dessen Kanten oder Winkel abgestumpft sind; mit Wasser wird es zersetzt. Es wurde bei längerer Dauer des Versuches violett, wie ein Amethyst. Man erhält auch ein ähnliches Product mittelst eines Kupferplättchens, das man in freier Luft in eine Salmiaklösung bringt; doch ist dazu der Luftzutritt nöthig. In dem hermetisch geschlossenen kleinen galvanischen Apparat vertritt der Sauerstoff, der durch Zersetzung gewonnen ist, und sich am Kupferpol anhäuft, die Stelle des Oxygens der Luft.

Oft bilden sich, aus einer bis jetzt unbekannten Ursache, selbst in einer sorgfältig geschlossenen Röhre zwei Producte, deren eines den oberen Theil einnimmt, und aus schönen blauen, hexaëdrischen, in vierseitige Pyramiden ausgehenden Krystallen besteht, das andere vorhin beschriebene aber den unteren. In Berührung mit Wasser geben beide dieselben Producte. Silber, Blei, Zink etc. geben mit Salmiak dieselben Phänomene, wie Kupfer.

Salzsaurer Baryt und Blei wirken nur sehr langsam auf einander ein, aber nach Verlauf von vierzehn Tagen findet man um das Blei viele Krystalle, die mit Wasser eine Zersetzung erleiden, und salzsauren Baryt und salzsaures Blei geben.

Die Methode, welche dazu gedient hat, die Chlo-

ride mittelst der Electricität zu erzeugen, läſst sich auch zur Bildung der Jodide, insbesondere zur Erzeugung einer Verbindung der unlöslichen metallischen Jodide mit den alkalischen, anwenden.

Becquerel gab in einen Arm der vorhin beschriebenen Röhre eine Auflösung von schwefelsaurem Kupfer, in den andern eine Auflösung von wasserstoffjodsaurer Pottasche oder Soda, tauchte dann in jeden derselben das Ende eines Bleidrahtes, und bemerkte auf einer Seite eine Ausscheidung des Kupfers, auf der anderen eine schnelle Bildung von Kalium oder Sodium, und Bleijodid, das in langen Fäden krystallisirt, und durch Wasser zersetzt wird. Die Röhre war 5—6 Min. weit. Kupfer statt des Bleies angewendet, gibt einen weiſsen Niederschlag; Eisen, Silber, Gold zeigen nichts besonderes. Man braucht aber zu jedem Producte einen electrischen Strom von eigener, erst durch die Erfahrung auszumittelnder Stärke.

Becquerel gibt noch ein zweites Verfahren an, um durch Electricität besondere chemische Verbindungen hervorzubringen, dessen Wesen darauf beruht, daſs ein Metall mit seinem eigenen, oder einem anderen Oxyde electro-motorisch wirkt. Gibt man in eine einerseits geschlossene Röhre irgend ein Oxyd, dann eine Flüssigkeit und ein Metallplättchen, das beide berührt, so hat man es mit der Electricität zu thun, die durch Berührung des Metalls mit dem Oxyde und der Flüssigkeit mit den zwei anderen Körpern entsteht; daraus geht gleichsam eine resultirende electrische Kraft hervor, welche chemische Wirkungen äuſsert.

Er nahm, um diese Wirkung zu zeigen, drei Glasröhren, jede von 2—3 Mill. Weite, gab in die erste eine kleine Quantität Bleiprotoxyd, in die zweite Deutoxyd, und in die dritte Tritoxyd desselben Metalles;

hierauf füllte er in jede dieser Röhren eine Ammoniaklösung, und tauchte hierauf ein Bleiplättchen ein, das sowohl das Oxyd, als auch die Auflösnng berührte. Der Erfolg war merkwürdig. In der ersten Röhre wurde das Blei auf das Plättchen metallinisch ausgeschieden, in der zweiten zeigte sich keine auffallende chemische Wirkung, in der dritten bildete sich eine grofse Menge Blei- und Ammoniak-Chlorid, das in Nadeln sich an das Bleiplättchen absetzte. Darum ist das erste Phänomen am meisten befremdend; denn damit sich das Metall reduciren kann, mufs das Bleiplättchen negativ seyn; allein in Berührung mit Protoxyd ist es positiv, und gibt diese Electricität an die Salmiaklösung ab, wie man an einem Multiplicator sehen kann; daher bleibt nur die electro-motorische Wirkung der Lösung auf das Protoxyd übrig, die aber, als stets sehr gering, nicht wohl die zwei anderen überwiegen kann. Demnach hält *Becquerel* diese Erscheinung für unerklärbar. Das Phänomen in der dritten Röhre läfst sich wohl erklären. Das Blei ist nämlich mit Tritoxyd mehr positiv, als mit Protoxyd, und darum kann diese electro-motorische Wirkung wohl die übrigen überwiegen, und positiv bleiben, den Salmiak zersetzen, und ein Doppel-Chlorid erzeugen. Kochsalz statt Salmiak gebraucht, gibt ähnliche Resultate. Auch Kupfer zeigt mit salzsaurer Soda, Pottasche, Ammoniak etc. ähnliche Erfolge.

Nach dem hier dargestellten Verfahren kann man auch Oxyde krystallisiren. Gibt man in eine einerseits geschlossene Röhre eine Lösung von schwefelsaurem Kupfer, feinen Kohlenstaub oder Kupferdeutoxyd, das sich zu Boden setzt, und ein Kupferblech, und schliefst die andere Seite, so bemerkt man nach vierzehn Tagen am Kupfer kleine, rothe, durchsichtige, octaëdrische Krystalle von Kupferprotoxyd. (*Annal. de Chim. Juin* 1827.)

2. Über die electro-chemischen Erscheinungen und Bewegungen des Quecksilbers. Von *Nobili*.

Im letzten Hefte des zweiten Bandes, und im ersten Hefte des dritten Bandes dieser Zeitschrift sind die merkwürdigen Erscheinungen mitgetheilt worden, welche *Nobili* bei chemischen Zersetzungen mittelst eines electrischen Stromes bemerkt hat. In den *Annales de Chimie et de Physique*, *Mars* 1827, ist zwar angeführt, daſs schon vor 60 Jahren von *Prieſsley* ähnliche Erscheinungen, mittelst der gewöhnlichen Reibungs-Electricität hervorgebracht, beobachtet worden sind; allein *Nobili* bemerkt, daſs diese Phänomene rein electrischer Natur, und an beiden Polen von derselben Beschaffenheit waren, während die von ihm beschriebenen electro-chemisch sind, und sich an jedem Pole von besonderer Art zeigen. *Nobili* hat diese Erscheinungen, welche er bis jetzt stets an festen Metallplatten hervorgebracht hatte, an der Oberfläche des Quecksilbers erzeugt, und dabei besondere Eigenthümlichkeiten wahrgenommen.

Der Apparat, dessen er sich zu diesen Versuchen bediente, besteht aus einer kleinen Kaffehtasse, in welcher sich Quecksilber befindet, so, daſs es eine etwa 2 — 3 Zoll im Durchmesser haltende Schichte bildet; auf dieses wird die Salzauflösung, z. B. schwefelsaure Soda, gegossen, welche durch den electrischen Strom zersetzt werden soll. In diese Flüssigkeit tauchen sich zwei Platindrähte, beiläufig zwei Linien tief, ein, so daſs sie das Quecksilber nicht treffen. Diese Drähte werden von eigenen Trägern gehalten, und lassen sich durch eine Vorrichtung heben und senken, welche denen ähnlich ist, mit welchen man den Docht an den Lampen regulirt. Bringt man die genannten Drähte mit den Polen einer mäſsig starken Säule in Verbindung, wie sie z. B.

zwölf Elemente nach *Wollaston's* Einrichtung bei einer Gröſse von vier Quadratzoll Oberfläche mit einer Mischung aus $^1/_{60}$ Schwefel- und Salpetersäure geben, so bilden sich alsogleich um die Eintauchungspuncte, die hier Pole heiſsen mögen, zwei Systeme von Strömen. Sieht man schief auf das Quecksilber hin, so bemerkt man an der Oberfläche desselben Figuren, die den Umrissen der gewöhnlichen electro-chemischen Erscheinungen entsprechen. Diese bestehen aus zwei ovalen Linien, in deren Mittelpuncten sich die beiden Pole befinden, und innerhalb welchen das Quecksilber etwas tiefer steht, als auſserhalb derselben. Diese Linien sind an den einander zugekehrten Stellen stärker, als nach auſsen zu. Zwischen beiden, etwa in gleichen Entfernungen von ihren Mittelpuncten, zeigt das Quecksilber eine oder zwei Linien, wo sich das Quecksilber bewegt, als begegneten sich daselbst zwei entgegengesetzte Ströme. Dieser Umstand beweiset, daſs der Sitz der electrischen Bewegungen des Quecksilbers an der Oberfläche desselben sey. Die darüber befindliche Flüssigkeit verhält sich ganz passiv, und folgt nur der Bewegung des Quecksilbers. Selten sind die von beiden Mittelpuncten ausgehenden Ströme von gleicher Stärke; im Allgemeinen zeigt sich der positive Pol am kräftigsten, und wenn er dieses nicht am Anfange ist, so wird er es während des Versuches.

Am positiven Pole bildet sich fast immer ein wenig Oxyd, das durch die Strömung an den Umfang der ovalen Linie versetzt wird. Am äuſseren, vom negativen Pole abgewendeten Theile des Umfanges häuft sich dieses mehr oder weniger an, an dem diesem Pole zugewendeten Theile hingegen breitet es sich schnell gegen die negative Seite aus, wo es absorbirt und reducirt wird, sobald der Strom die Ausbreitung nicht mehr hin-

dern kann. Um alles dieses zu bemerken, mufs man den Versuch öfter anstellen.

Das Verschwinden der negativen Strömung tritt zugleich mit dem der negativen ovalen Linie ein, und rührt von der Oxydschichte her, welche von den positiven Strömen über ihre gewöhnlichen Grenzen hinausgetrieben werden. Man darf der Ausbreitung dieser Schichte nur durch eine Glastafel ein Ziel setzen, und alsogleich tritt die Oxydation und die negativen Ströme wieder kräftig hervor. Dadurch kann man aber die Oxydation dahin bringen, dafs sie die positiven Ströme aufhebt. Nimmt man aber die Glasplatte weg, bevor die Oxydation weit fortgeschritten ist, so zerreifst die Oxydhaut in mehrere Stücke, und die zum negativen Pole hingehenden werden absorbirt und reducirt.

Schwefelsaure Soda wurde darum zu diesen Versuchen gewählt, weil sie leicht die beiden Strömungen um die zwei Pole zeigt. Etwas ähnliches ergibt sich aber auch bei anderen Flüssigkeiten, doch nicht bei allen. Die Ursache dieses verschiedenen Verhaltens liegt nach *Nobili* darin, dafs das Quecksilber von der betreffenden Flüssigkeit die electro-positiven und negativen Bestandtheile um seine secundären Pole sammelt, deren einige vermöge ihrer Natur das Quecksilber mit einem mehr oder weniger consistenten Schleier überziehen, während andere es gänzlich rein lassen. Bei Auflösungen von Salzen, deren Basis Kupfer, Silber, Zinn, Wismuth, Spiefsglanz, Zink etc. ist, reduciren sich diese Basen am negativen Pole des Quecksilbers, und erscheinen daselbst; die negativen Ströme fehlen aber. Diese sind hingegen sehr lebhaft, wenn man eine Salzlösung mit einer alkalinischen Basis wählt, doch lassen die metallinischen Grundlagen der Alkalien das Quecksilber ganz rein.

So oft electro-negative Elemente, wie Sauerstoff und Säuren, sich in dünner Schichte an das Quecksilber absetzen, fehlen die positiven Ströme ganz. Bei thierischen und vegetabilischen Flüssigkeiten deckt sich das Quecksilber mit einer Schichte am positiven Pole, doch zeigt daselbst sich keine Bewegung des Quecksilbers; am negativen Pole zeigen sich sehr merkliche Ströme, doch bleibt das Quecksilber ungetrübt.

Aus diesen Beobachtungen zieht *Nobili* den Schlufs, dafs die Strömungen nur dort entstehen, wo die Ablagerungen mangeln, welche die electrisch-chemischen Erscheinungen hervorbringen. In diesem Falle behält das Quecksilber seine völlige Beweglichkeit, und man bemerkt daran nichts, als die genannten ovalen Flecken, innerhalb welche die electro-positiven und negativen Elemente der Auflösungen durch den electrischen Strom getrieben werden. Ob dieses durch einen wirklichen Transport der Elemente von einem Pole zum anderen vor sich gehe, den der electrische Strom bewerkstelligt, weifs man nicht. *Nobili* denkt sich die Kraft, wodurch dieses geschieht, in zwei andere zerlegt, deren eine horizontal wirkt, und gleichsam das Ausstrahlen des Metalles von den beiden Polen bewirkt, während die andere eine verticale Richtung hat, und die Depression des Quecksilbers innerhalb der ovalen Linien hervorbringt.

Die Cohärenz der Theile fester Metalle hebt die Wirkung beider Kräfte auf, und zum Erscheinen von Strömungen ist der flüssige Zustand nothwendig, daher sie auch nicht bemerklich sind, wenn das Quecksilber mit einer festen Haut überzogen ist.

Die auf dem Quecksilber ruhende Flüssigkeit folgt nur der Bewegung des ersteren. Daher kommt es, dafs selbst an jenem diese Bewegung recht merklich und schnell wird, wenn die Theile dieser recht leicht be-

weglich sind. Dieses ist in besonders hohem Grade bei der Schwefelsäure der Fall, deren Tropfen sich, wie bekannt, auf Quecksilber mit der gröſsten Schnelligkeit ausdehnen. Daher sind die Bewegungen des Quecksilbers auch am schnellsten, wenn es mit Schwefelsäure bedeckt ist, und werden von der kleinsten electro-motorischen Kraft hervorgebracht. Die Theile des Quecksilbers und der anderen Flüssigkeit können sich nicht bloſs in einer Richtung an der Oberfläche bewegen, ohne daſs zur Herstellung des Gleichgewichtes im Innern der flüssigen Masse eine entgegengesetzte Bewegung Statt findet. Diese inneren Ströme bringen verschiedene Modificationen in der Gestalt der flüssigen Masse hervor, die am häufigsten in einer Verlängerung des Quecksilbers gegen den Pol hin bestehen.

Aus dem hier entwickelten Grundsatze glaubt *Nobili* die heftigen Agitationen nicht erklären zu können, welche das Quecksilber unter gewissen Umständen erleidet. Taucht man z. B. einen Quecksilbertropfen in ein Bad von Schwefelsäure, und berührt ihn gegen den Rand mit dem Ende eines Eisendrahtes, so zieht sich dieses sichtbar zusammen; zieht man den Draht zurück, so nimmt der Tropfen wieder seine vorige Gestalt an. Begegnet er bei dieser Ausdehnung wieder dem Eisendrahte, so zieht er sich von Neuem zusammen, dehnt sich wieder aus, und setzt dieses Spiel der Bewegungen fort, so lange die electrische Wirkung der drei Elemente, des Quecksilbers, Eisens und der Säure, fortdauert. Solche Erscheinungen erhält man nur mit leicht oxydirbaren Metallen; Gold oder Platin bringen sie nicht hervor, weil da der electrische Strom zu schwach ist, wenn überhaupt einer der letzteren Fälle Statt findet. Die Erscheinung ist daher wohl gewiſs electrochemischer Natur. Die natürlichste Erklärung dieser

Erscheinung meint *Nobili* dadurch zu geben, dafs er annimmt, die Contraction des Quecksilbers werde durch den Stofs der angezogenen anlangenden electro-positiven Bestandtheile der Säure und des Wassers hervorgebracht.

Anders fallen alle diese Erscheinungen aus, wenn man statt reinen Quecksilbers ein Amalgam anwendet. Man stelle sich den vorigen Versuch mit schwefelsaurer Soda im vollen Gange vor, und tauche den negativen Pol des Platindrahtes, der bis jetzt das Quecksilber nicht berührte, in dasselbe ein. Alsogleich treten die negativen Strömungen ein, die electro-positiven Bestandtheile der Auflösung langen daselbst an, und das Sodium amalgamirt sich. In einer Minute ist so viel Sodiumamalgam vorhanden, dafs folgende Effecte eintreten: In dem Augenblicke, wo man den negativen Pol aus dem Quecksilber nimmt, verschwinden die electropositiven Strömungen um den Pol, und man bemerkt dafür ein System von Strömungen, die schnell vom Anfange der ovalen Linie gegen den Pol convergiren, aber nicht an allen Stellen dieselbe Geschwindigkeit haben; auch bemerkt man eine von der ovalen Linie begrenzte Vertiefung des Quecksilbers, die an der dem anderen Pole zugewendeten Seite von einem etwas erhöhten Rande umgeben ist; dort wogt das Quecksilber, und bildet eine zu·genförmige Erhöhung, die wahrscheinlich von verschiedenen ungleich schnellen Strömen herrührt, welche von allen Seiten anlangen. Enthält das Quecksilber einige Unreinigkeiten, so sammeln sich diese schnell innerhalb des ovalen, hier nach aufsen zu etwa mehr flachen Raumes, und drehen sich da im Kreise herum; ist es aber ganz rein, so bleibt es an dieser Stelle einige Zeit glänzend hell, doch gibt es an der Seite, wo der entgegengesetzte Pol liegt, aber zunächst

an dem hier besprochenen Pole einen Streifen, der dem negativen Pole desto näher rückt, je mehr die Bewegung abnimmt.

Die vorhin bezeichnete Vertiefung im Quecksilber zeigt, dafs sich daselbst die electro-negativen Bestandtheile der Auflösung, darunter auch der Sauerstoff, ansammeln. Das Sodium kommt diesem überall entgegen, und bewirkt so das System der sehr schnellen Strömungen, die denen entgegengesetzt sind, welche man bemerkt, wenn das reine Quecksilber nur den Stofs, welchen es von den electro-negativen Elementen erleidet, vom Centrum zur Peripherie fortzupflanzen hat. Während nun das Sodium von allen Seiten anlangt, um sich mit dem Sauerstoffe zu verbinden, nimmt das Quecksilber am negativen Pole einen anderen Antheil desselben auf, und bringt dadurch die gewöhnlichen negativen Strömungen hervor, welche durch die vom Sodium schon bewegten Quecksilberoberfläche die übrigen Modificationen erzeugen.

Die Bewegungen der Flüssigkeit auf dem Quecksilber erfolgen oft so schnell, dafs ihnen das Auge kaum folgen kann, daher mufs man, nm jeden Umstand bemerken zu können, den Versuch öfter anstellen, und zwar bei einer verschiedenen Stärke der Säule, und bei verschiedener Anordnung der beiden Pole. *Nobili* räth, den negativen Pol nach dem Mittelpuncte der Quecksilbermasse hin zu richten, und den positiven gegen den Rand desselben.

Nobili machte blofs aus Neugierde folgenden Versuch: Er wickelte einen Quecksilbertropfen in ein sehr feines Goldplättchen ein, gofs darüber eine alkalinische Auflösung, und brachte den negativen Pol einer *Volta*'schen Säule am Tropfen, den positiven hingegen am Golde an, und bemerkte, dafs das Gold fast augenblick-

lich vom Quecksilber aufgelöst ward; allein bei einer entgegengesetzten Anordnung der Pole war er nicht im Stande, wieder eine Trennung der beiden Körper hervorzubringen. Mit einem Silberplättchen zeigte sich dasselbe Phänomen. (*Bibl. univ. Août.* 1827, *p.* 261.)

3. Über die Verminderung der electrischen Spannung an einer geschlossenen electromotorischen Kette, und die Wiedererlangung ihrer Kraft durch Isolirung der Pole. Von *Marianini.*

Der Verfasser dieses Aufsatzes hat schon früher eine Reihe electrometrischer Versuche angestellt, die im ersten Hefte dieses Bandes in einem kurzen Auszuge mitgetheilt worden sind *). *Marianini* hat diese seine Untersuchungen fortgesetzt, und am 10. Mai 1827 darüber zu Venedig eine Denkschrift vorgelesen. Zu den früheren Resultaten von *Marianini's* Arbeiten gehört auch die Beobachtung, daſs zwei Electromotoren durch Schlies-

*) Dieser Auszug ist ein Theil eines kurzen Berichtes über die Erweiterung der Electricitätslehre in der neuesten Zeit, der wegen Mangel an Raum keineswegs so vollständig ist, als ich gewünscht hätte. Physiker, deren Arbeiten unerwähnt blieben, mögen dieses als Entschuldigung ansehen; besonders glaube ich anführen zu müssen, dafs des verdienstvollen *Schweigger's* litterarische Producte darum nicht besonders hervorgehoben wurden, weil dieser Gelehrte sich schon früher, besonders aber durch seinen Multiplicator, den ich für einen der wichtigsten phys. Apparate halte, einen solchen Rang erworben hat, dafs wohl Jedermann sich bemühen wird, seine Arbeiten, die sein allgemein verbreitetes Jahrbuch enthält, in extenso kennen zu lernen, und ein kurzer Auszug, wie er da geliefert werden konnte, wohl nicht mehr viel zur Verbreitung derselben beitragen konnte. (*B.*)

sen der Kette an electrischer Spannung verlieren, aber ihre vorige Kraft wieder erlangen, wenn die Kette einige Zeit offen blieb. Dasselbe suchte *Marianini* auch an zusammengesetzten electromotorischen Apparaten darzuthun. Er nahm einen Becherapparat von acht Plattenpaaren aus reinen Zink- und Kupferplatten, die eine wirksame Oberfläche von nahe drei Quadrat-Centimeter hatten, und brauchte als flüssigen Leiter Brunnenwasser mit $^1/_{100}$ Kochsalz. Dieser Apparat zeigte anfangs an einem Strohhalm-Electrometer mittelst eines Condensators 11°. Er schloſs nun die Kette mittelst eines messingenen, zwei Millimeter dicken Drahtes, den er in die zwei äuſsersten Becher tauchte, und fand, nachdem er nach Verlauf einer Minute die Kette wieder geöffnet hatte, mittelst obiger Instrumente die Spannung gleich 7°. Kaum hatte der Electromotor seine ursprüngliche Kraft wieder erlangt, wurde die Kette von Neuem geschlossen. Nach zwei Minuten betrug die Spannung nur 6°. Als der Apparat wieder in die erstere Wirksamkeit getreten war, und die Kette drei Minuten geschlossen blieb, fand man die Spannung nur 5° groſs. Nach einem Schluſs von fünf Minuten war sie gar auf 4° herabgesetzt. Eine andere Versuchsreihe mit einem ähnlichen Apparate zeigte ähnliche Resultate. *Marianini* fand

die Spannung vor dem Schlusse der Kette gleich 12°,

nach einem Schlusse von	0 Min.	5 Sec.	9° $^1/_2$.
	0 »	10 »	8° $^1/_2$.
	0 »	30 »	8°.
	1 »		7°.
	2 »		6°.
	5 »		5°.
	10 »		4°.
	15 »		kaum 4°
	20 »		
	30 »		
	40 »		
	60 »		

Daraus schliefst *Marianini*, dafs die Abnahme der electrischen Spannung gleich nach dem Schliefsen der Kette schnell erfolgt, aber in der Folge immer langsamer wird, und dafs es eine Grenze gibt, über die hinaus keine Verminderung mehr eintritt. Liegt nun die Ursache dieser Abnahme der Spannung in einer relativen Änderung der electromotorischen Kraft der Metalle durch den electrischen Strom, so ist es klar, dafs diese Abnahme der Stärke des Stromes folgen mufs.

Nun wurden ähnliche Versuche mit zwei Apparaten gemacht, deren einer 16, der andere 24 Plattenpaare von einerlei Gröfse enthielt, und wie vorhin verfahren. Da fand man beim

gröfseren Apparat

die Spannung vor dem Schlusse gleich	22°,
nach einem Schlusse von 0 M. 5 S. .	15°,
0 » 10 » .	13°,
0 » 30 » .	12°,
1 » . . .	10° 1/2,
2 » . . .	9°,
3 » . . .	8° circa,
5 » . . .	7°,
10 » . . .	6° 1/2,
20 » . . .	6°,
30 » / 40 » / 50 »	kaum 6°;

kleineren Apparat

die Spannung vor dem Schlusse gleich	33°,
nach einem Schlusse von 0 M. 5 S. .	20° circa,
0 » 30 » .	15° circa,
1 » . . .	14°,
3 » . . .	11°,
5 » . . .	9°,
10 » . kaum	8°,
20 » . . .	7° 1/2,
30 » . . .	7°,
60 » . . .	6° circa,
90 » / 120 » . .	5° 1/2.

Daraus folgt, daſs die Abnahme der Spannung in einer bestimmten Zeit desto bedeutender ist, und desto später zu der Grenze gelangt, über die hinaus keine Abnahme eintritt, je gröſser die Anzahl der Plattenpaare ist.

Von zwei Electromotoren von acht Paaren, wie beim ersten Versuche, wurde der eine mit destillirtem Wasser, der andere mit Regenwasser in Thätigkeit gesetzt, das 1/4 Kochsalz enthielt. Die Resultate waren folgende:

Apparat mit destillirtem Wasser.

		Spannung.
Vor dem Schlieſsen	. . . . . .	12°.
Nach einem Schluſs von	0 M. 30 S.	11°.
	1 » . .	10°.
	3 » . .	9°.
	6 » . .	8°.
	12 » }	
	20 » }	
	30 » } . .	7°.
	60 » }	

Apparat mit Salzwasser.

		Spannung.
Vor dem Schlieſsen	. . . . . .	12°.
Nach einem Schluſs von	0 M. 30 S.	8° 1/2.
	1 » . .	7°.
	3 » . .	6°.
	6 » . .	4°.
	15 » . .	3° 1/2.
	30 » } . .	3°.
	60 » }	

Daher erfolgt die Abnahme der electrischen Spannung schneller, und gelangt auch später zur Grenze, bei einem besseren electrischen Leiter, als bei einem minder guten, auch ist der Verlust vor Erreichung dieser Grenze gröſser. Wurde die Leitungsfähigkeit des Bogens geändert, mit dem die Pole des Electromotors in

Verbindung gesetzt wurden, so fand man dasselbe Verhalten, als wenn der flüssige Leiter geändert wurde.

Alle diese Versuche wurden angestellt, um das Gesetz der Abnahme der Spannung durch das Schlieſsen der Kette kennen zu lernen. *Marianini* suchte auch das Gesetz aufzudecken, nach welchem die Electromotoren ihre Kraft wieder erlangen.

Er brauchte einen Becherapparat von acht Plattenpaaren, wie der beim ersten Versuche angewendete, welcher eine Spannung von 12° zeigte; als er eine Minute lang geschlossen blieb, fand sich seine Spannung gleich 7°. Eine halbe Minute nach Öffnung der Kette betrug diese 9°, nach 1 M. 10°, nach 2 M. 11° 1/2, und erst nach 2 M. 30 S. kehrte die ursprüngliche Spannung von 12° wieder zurück. Als derselbe Apparat 5 M. lang geschlossen war, zeigte er bald nach Öffnung der Kette eine Spannung von 5°, nach 30 Sec. 7° 1/2, nach 1 M. 8° 1/2, nach 3 M. 10° 1/2, und nach beiläufig 5 M. 30 S. 12°. Blieb dieser aber eine Viertelstunde lang geschlossen, so war die Spannung gleich nach dem Öffnen der Kette 4°, nach 1 M. 7° 1/2, nach 2 M. 8° 1/2, und nach beiläufig 7 M. 12°.

Hieraus sieht man, daſs die Spannung, welche ein Electromotor in der ersten Zeit nach dem Öffnen der Kette wieder erlangt, gröſser ist, als die, welche er in der letzten Zeit wieder erhält. Es ist demnach auch der Verlust im Anfange gröſser als am Ende. Je länger der Kreis geschlossen bleibt, desto mehr Zeit braucht es, ihn wieder zur ursprünglichen Kraft zu bringen.

Um das Verhältniſs zwischen der Dauer des Schlusses und der zur Wiedererlangung der ersteren Stärke erforderlichen Zeit zu finden, wurden mit einem Becherapparat von acht Plattenpaaren viele Versuche angestellt, wovon hier die Mittelresultate folgen.

Dauer des Schlusses.	Zeit zur Wiedererlangung der ursprünglichen Stärke.
0 Min. 5 Sec.	1 Min.
0 » 30 »	2 » schwach.
1 »	2 » 30 Sec. stark.
3 »	3 » 30 »
5 »	5 » circa.
8 »	6 » 30 Sec. circa.
15 » } 30 » }	7 »

Ist demnach die Kette nur kurze Zeit geschlossen, so ist die zur Wiedererlangung der ursprünglichen Stärke erforderliche verhältnifsmäfsig lang; je gröfser jene wird, desto kürzer wird diese verhältnifsmäfsig, endlich werden beide einander gleich, hierauf ist letztere kleiner als erstere; hat endlich diese ihr Maximum erreicht, so wird jene constant.

Um zu erfahren, wie sich die zur Erlangung der verlornen Spannung nöthige Zeit mit der Anzahl der Plattenpaare ändert, wurden mehrere Versuche angestellt, von denen folgende besonders angeführt werden: Ein Apparat von acht Plattenpaaren hatte eine anfängliche Spannung von 12°. Als aber die Kette eine Minute lang geschlossen war, betrug die Spannung 7°,

nach 0 Min. 30 Sec. . . . . . circa 10°,
1 » 30 » . . . . 11°,
2 » 30 » . . . . 12°.

War sie 2 Min. lang geschlossen, so war sie
gleich nach dem Öffnen . . . . . 6° 1/2,
nach 0 Min. 30 Sec. . . . . 9°,
1 » . . . . 10° 1/2,
2 » . . . . 11°,
3 » 30 Sec. . . . . 12°.

War sie 3 Min. lang geschlossen, so war sie

gleich nach dem Öffnen	5° 1/2,
nach 0 Min. 30 Sec.	8°,
1 »	9°,
3 »	10° 1/2,
5 » circa	12°.

An einem Apparate von zwölf Plattenpaaren war die ursprüngliche Spannung 18°. Als aber die Kette 1 M. lang geschlossen war, zeigte sie sich

gleich nach dem Öffnen gleich . .	10°,
nach 0 Min. 30 Sec.	14°,
1 »	15°,
3 »	18°.

Als der Apparat 2 M. lang geschlossen war, betrug seine Spannung gleich nach dem Öffnen . 8° 1/2,

nach 0 Min. 30 Sec.	12°,
1 »	15°,
2 »	16°,
4 » 30 Sec.	18°.

War er 3 M. lang geschlossen, so betrug seine Spannung gleich nach dem Öffnen . . . . . . 6°,

nach 0 Min. 30 Sec.	11°,
1 »	13°,
3 »	15°,
7 » 30 Sec. circa	18°.

Hieraus folgt: Je gröſser die Anzahl der Plattenpaare ist, desto mehr Zeit ist zur Erlangung der ursprünglichen Spannung nothwendig; und je weniger Elemente ein Apparat enthält, desto länger braucht er, um in seiner Spannung um eine bestimmte Anzahl von Graden zuzunehmen.

Von zwei Electromotoren von acht Paaren enthielt einer Brunnenwasser mit 1/4 Kochsalz, der andere destil-

lirtes Wasser. Letzterer zeigte eine Spannung von 11°, die, nachdem er 6 M. lang geschlossen war, auf 8° herabsank, und erst wieder zurückkehrte, als er 3 M. lang geöffnet war. Der Electromotor mit Salzwasser hatte eine anfängliche Spannung von 11°, nach einem Schlusse von ½ M. war diese 8°, und stieg wieder auf 11°, nachdem durch 2 M. lang die Communication der Pole aufgehoben war.

Bei einem anderen Versuche blieb ein Apparat, bei welchem der feuchte Leiter destillirtes Wasser war, ¾ Stund geschlossen, und seine Spannung betrug 7°, nach 4 M. war sie auf 11° gestiegen. Dieselbe Spannung herrschte auch anfänglich. Die Spannung des Apparates mit Salzwasser war schon durch einen 1 M. dauernden Schluſs auf 7° herabgesetzt, und erreichte 11° erst, nachdem er 2½ M. offen erhalten worden war.

Der wichtigste Schluſs, den man aus diesen Versuchen ziehen kann, ist, daſs ein Apparat bei übrigens gleichen Umständen zur Wiedererlangung seiner anfänglichen Spannung desto weniger Zeit braucht, je mehr die Flüssigkeit des Electromotors leitet; indeſs verkürzet die Vergröſserung der Leitungsfähigkeit dieser Flüssigkeit die zur Erlangung der Spannung nöthige Zeit nicht um so viel, wie die, welche nothwendig ist, um sie bei geschlossener Kette zu verlieren. Eine Veränderung im Bogen, der beide Pole mit einander in Communication setzt, hat auf die Zeit keinen Einfluſs, die ein Apparat braucht, um seine ursprüngliche Spannung wieder zu erlangen; diese richtet sich nur nach der Leitungsfähigkeit der Flüssigkeit, in die dieser Bogen getaucht wird, und steht mit ihr im verkehrten Verhältnisse.

Die Pole eines Apparates aus zwölf Zink- und Kupferplatten mit starkem Salzwasser wurden 5 M. lang mit einem Metallbogen in Communication gesetzt; da ver-

minderte sich seine Spannung von 18° auf 6°. Als er die ursprüngliche Spannung von 18° wieder erlangt hatte, wurde die Kette wieder wie vorhin 5 M. lang geschlossen, aber nach Verlauf dieser Zeit diese Pole des Apparates mit einer Schichte Brunnenwassers verbunden, die 35 Centimeter dick, und mit sechs kupfernen Querplatten unterbrochen war, dann aber die Metallverbindung aufgehoben. Da war nun der electrische Strom nicht einen Augenblick lang unterbrochen, sondern nur wegen der schlechteren Leitungsfähigkeit des neuen Verbindungsmittels verzögert. Als nach 5 M. auch diese Verbindung aufgehoben war, fand man die Spannung gleich 9°. Es können daher Electromotoren die Spannung wieder erlangen, ohne dafs der electrische Strom aufgehoben wird, blofs durch eine Verzögerung desselben. Hieraus läfst sich einiger Mafsen erklären, warum der Verlust der Spannung eine gewisse Grenze erreicht; denn man hat es bei einer geschlossenen electrischen Kette stets mit zwei Kräften zu thun, wovon eine (der elect. Strom) die electromotorische Kraft der Platten, mithin auch die Spannung beständig zu vermindern sucht, während die andere dahin zielt, sie wieder herzustellen. Ist nun der Strom durch den erlittenen Verlust an Spannung so weit geschwächt, dafs er in jedem Augenblicke die electromotorische Kraft aufhebt, so wächst dadurch die andere Kraft um eben so viel, und es kann während der Verbindung der Pole keine fernere Verminderung der Spannung eintreten *).

---

*) *Marianini* meint, die Ursache, welche die Spannung wieder herstellt, liege in partiellen Strömen, die zwischen den Theilen jeder Platte Statt haben. Indefs führt er, als dieser Annahme nicht ganz günstig, die Erfahrung an, welche er öfter gemacht hatte, dafs ein neugebauter electromotorischer Apparat bald nachdem er

Wenn ein *Volta*'scher Apparat seit längerer Zeit aufgebaut ist, so erleidet seine Spannung eine Verminderung, selbst wenn die Pole gar nicht, oder nur einige Augenblicke mit einander in Communication gesetzt worden sind. Die vorhin erzählten Versuche machen es wahrscheinlich, daſs diese Verminderung der Stärke von einer schwachen Circulation der Electricität herrührt, die wegen der unvollkommenen Isolirung stets Statt findet. Darin wird man noch durch die Erfahrung bestärkt, daſs ein Becherapparat von vierzig Plattenpaaren, der neun Monate aufgebaut blieb, beständig an trockenen Tagen eine gröſsere Spannung zeigte, als an feuchten. Hier ist es wahrscheinlich, daſs die Feuchtigkeit der Umgebung eine Verbindung der Pole bewirkte, und dadurch das Stattfinden eines electrischen Stromes begünstigte, der die Spannung schwächte. Es konnte aber auch seyn, daſs die Spannung bloſs durch die Berührung zwischen den Platten und der Flüssigkeit geschwächt worden.

Um dieses zu prüfen, nahm *Marianini* einen Becherapparat von eilf Elementen, und richtete ihn so ein, daſs er die metallische Berührung zwischen jeder Kupfer- und Zinkplatte aufheben, und nach Belieben erneuern konnte, ohne die Platten von ihrem Platze zu bewegen.

---

geöffnet war, eine gröſsere Spannung erlangte, als er vor dem Schlieſsen der Kette hatte. *Configliachi* sucht die Ursache dieser Erscheinungen darin, daſs beim Durchströmen der Electricität durch die Masse eines Körpers in ihr ein kleiner Rest bleibt, ähnlich dem Residuum an Leidnerflaschen. Er räth, zu bedenken, daſs auch der beste Leiter der Electricität einiges Hinderniſs in den Weg setzt, wenn sie denselben durchströmen will; daraus erklärt er seit langem die Electrisirung der Körper, sie mag bleibend oder vorübergehend seyn, mittelst der electrischen Ströme.

Diesem zur Seite stellte er einen anderen Apparat mit eben so vielen Plattenpaaren, und der gewöhnlichen Einrichtung. Die Platten von beiden waren neu und glänzend; der in die Flüssigkeit (Meerwasser) getauchte Theil betrug bei jeder 3 Q. Centim. Jeder zeigte eine Spannung von 15°. Die Communication der Platten des ersteren Apparates wurde hierauf, um jeden electrischen Strom zu verhüten, aufgehoben, und sie an einem gegen Staub geschützten Orte aufbewahrt. So oft *Marianini* die Spannung in diesen beiden Apparaten untersuchen wollte, wurde noch ein dritter hergenommen, der blanke Platten hatte, und ganz dem zweiten gleich war. Aus diesem nahm er ab, ob das Electrometer mittelst des Condensators an einem Tage wie am anderen wirke, welches wegen der Veränderlichkeit des Feuchtigkeitszustandes der Luft, die auf die electrische Spannung einwirkt, nothwendig war. Nach zwölf Tagen fand er an dem neu aufgebauten Electromotor (Nro. I.) die Spannung gleich 16°, an dem mit getrennten Platten (Nro. II.) nahe 16°, an dem auf gewöhnliche Art eingerichteten (Nro. III.) gleich 15°. Nach funfzehn Tagen, die feuchter waren als die vorhergehenden, betrug die Spannung

in Nro. I. . . . . . 15°,
» Nro. II. . . . . . 15°,
» Nro. III. . . . circa 13°.

Nach vierzig Tagen zeigten alle drei Apparate dieselbe Spannung von 17°.

Versuche, die nach Verlauf von drei Monaten angestellt wurden, zeigten immer, dafs die Apparate Nro. II. und III. eine etwas gröfsere Spannung haben, als Nro. I., welches daher kam, dafs die electromotorische Kraft des Kupfers durch dessen Oxydation, welche im Salzwasser eintrat, bedeutend gesteigert war. Aus allen diesem folgt, dafs eine längere Berührung zwischen Metall und

Flüssigkeit wenig oder gar keinen Einfluſs auf die Verminderung der Spannung des Electromotors hat, und daſs daher dieses von der unvollkommenen Isolirung herrühre. Indeſs darf man nicht übersehen, daſs auch die Verminderung der Leitungsfähigkeit des flüssigen Leiters in einer lange Zeit thätigen Säule auf die Verminderung des electrischen Stromes einen Einfluſs äuſsere; dasselbe thun die Materien, die sich an die Platten der thätigen Säule absetzen, und ihre Leitungsfähigkeit verändern. Daher sah *Marianini* oft, daſs ein Becherapparat, der an Spannung und der Kraft, einen Stoſs zu ertheilen, bedeutend verloren hatte, alsogleich an beiden wieder gewann, wenn man bloſs die Flüssigkeit wegnahm, und sie durch eine neue ersetzte; eben so fand auch *Larive* vor ihm, daſs der electrische Strom, der durch einen mehrfach durch Metallplatten unterbrochenen flüssigen Leiter gehen muſste, durch die an diese Platten sich ansetzende Unreinigkeit sehr geschwächt wurde, aber durch Reinigen derselben wieder seine alte Stärke bekam.

* * *

Frühere Versuche hatten *Marianini* den groſsen Einfluſs der Oxydation der Platten eines *Volta*'schen Apparates auf die Erscheinungen an demselben kennen gelehrt, und gezeigt, daſs dieser Einfluſs bei verschiedenen Metallen auch verschieden ist. Darum wollte er auch die hier beschriebenen, bei blanken Platten aus Zink und Kupfer bemerkten Versuche mit oxydirten und aus verschiedenen Metallen bestehenden anstellen: Ein Electromotor von acht Elementen, wovon besonders die Zinkplatten stark oxydirt waren, und dessen Spannung 11° betrug, wurde mit einem anderen, eben so viele, aber neue Elemente enthaltenden, verglichen, der auch eine Spannung von 11° zeigte. Die Resultate waren folgende:

Apparat mit oxydirten Platten.

Dauer des Schlusses der Kette.	Spannung.	Zur Wiedererlangung der ersten Spannung nöthige Zeit.
1 M.	5° circa	3 M. circa.
3 »	4° 1/2	4 »
30 »	3°	6 » circa.
60 »	2° 1/2	9 »
120 » } 180 »	2°	10 » circa.

Apparat mit neuen Platten.

Dauer des Schlusses der Kette.	Spannung.	Zur Wiedererlangung der ersten Spannung nöthige Zeit.
1 M.	7° circa	2 M. 30 S.
3 »	6°	3 » 30 »
15 » } 30 » } 60 »	4°	7 »

Hieraus folgt: 1. Der Apparat mit neuen Platten verliert in einer gegebenen Zeit weniger von seiner Spannung, als der mit oxydirten Platten. 2. Der gröſste Verlust an Spannung ist bei dem Apparate mit neuen Platten kleiner, als bei dem mit oxydirten. 3. Der neue Apparat erlangt eher die Grenze, über die hinaus der Verlust an Spannung nicht abnimmt, wenn man auch die Kette geschlossen läſst.

Ein *Volta*'scher Becherapparat mit acht Plattenpaaren von Zink und Gold mit Wasser, in welchem 1/100 Kochsalz aufgelöset war, hatte eine Spannung von 14°; ein anderer, mit Platten von Zink und Blei, übrigens dem vorigen gleich, zeigte eine Spannung von 9°. Diese zeigten folgende Resultate:

Platten von Gold und Zink.

Dauer des Schlusses der Kette.	Spannung.	Zur Wiedererlangung der ursprüngl. Spannung nöthige Zeit.
0 M. 5 S.	8° 1/2 circa	0 M. 45 S.
10 »	8° circa	50 »
30 »	7° 1/2	1 »
1 » } 6 » } 15 »	7°	1 »

Platten von Blei und Zink.

Dauer des Schlusses der Kette.	Spannung.	Zur Wiedererlangung der ursprüngl. Spannung nöthige Zeit.
0 M. 5 S.	8°	0 M. 30 S.
30 »	7°	1 » 20 »
1 »	6°	2 » 30 »
3 »	5°	3 » 30 »
6 »	schwache 5°	4 »
15 » } 40 » } 60 » }	4° 1/2	4 »

Vergleicht man diese Resultate mit den vorhergehenden, so sieht man, daſs in dem Apparate mit Platten aus Gold und Zink die Spannung schneller, in dem mit Platten von Blei und Zink langsamer abnimmt, als im gewöhnlichen mit Platten aus Kupfer und Zink, und die Abnahme erreicht auch im ersteren in sehr kurzer Zeit ihr Maximum.

Marianini hat mit mehreren anderen säulenförmigen Apparaten aus verschiedenen Metallen Versuche angestellt, doch fand er diese Form der Apparate zu solchen Untersuchungen untauglich, weil die feuchten Tuchlappen keine unveränderliche Kraft haben. Solche Apparate könnten nur zweckdienlich seyn, wenn man den Leiter der zweiten Classe auf das Minimum der Feuchtigkeit gebracht hätte, welches bei den sogenannten trockenen Säulen der Fall ist.

Marianini stellte mit zwei von *Zamboni* erhaltenen trockenen Säulen, deren jede 1500 Plattenpaare enthielt, und am Strohhalm-Electrometer ohne Condensator eine Spannung von 14° zeigten, Versuche an. Er setzte ihre Pole mittelst eines bleiernen Streifens in Verbindung, und lieſs sie eine Minute lang geschlossen. Kaum war die Communication hergestellt, so sank die Spannung von 14° auf 6° herab. Bei anderen Versuchen nahm die

Spannung in 3 M. um 9°, in 8 M. um 10°, und in 15 M. um 10° ½ ab. Als in einer dieser Säulen die Kette 20 M. lang geschlossen war, betrug ihre Spannung gleich nach der Eröffnung der Kette 2°, nach 1 M. 4°, nach 2 M. 5°, nach 3 M. 6°, nach 5 M. 7°, nach 8 M. nahe 9°, nach 12 M. 11°, und nach 21 M. 14°.

Wenn die Pole statt des Metallstreifens mit einem feuchten Leiter geschlossen wurden, und wenn ein Pol der Säule mit der Zunge in Berührung gebracht, und der andere zwischen zwei mit Speichel benetzten Fingern gehalten wurde, erhielt man ganz ähnliche Resultate. Es ist nicht einmal nothwendig, daſs die Verbindung der beiden Pole continuirlich Statt habe; es ist hinreichend, wenn die Kette tactförmig von Zeit zu Zeit geschlossen, und wieder geöffnet wird, nur darf sie nicht so lange offen bleiben, als nothwendig ist, um die ganze bei einer Berührung verlorene Spannung wieder zu erlangen.

Als *Marianini* einen Pol einer solchen Säule in einer Hand hielt, mit der anderen eine Bleiplatte faſste, und damit dreiſsig Mal den zweiten Pol berührte, so daſs in jeder Secunde eine Berührung Statt fand, bemerkte er, daſs die Spannung der Säule um 3° abgenommen hatte. Dasselbe fand er, als er eben so viele unmittelbar auf einander folgende Berührungen anbrachte. Als die Säule wieder ihre vorige Stärke erlangt hatte, setzten sie sechzig ähnliche Berührungen um 4° herab, aber zwanzig schnell auf einander folgende Berührungen verminderten die Spannung derselben Säule auch um 4°. Es verhalten sich daher die Zambonischen Säulen wie die anderen, auſser daſs sich bei jenen der Verlust der Spannung nicht nach der Leitungsfähigkeit des Ausladers richtet, welches wohl darin seinen Grund hat, daſs in solchen Apparaten der electrische Strom wegen der geringen Leitungsfähigkeit des Leiters des zweiten Classe, und der

grofsen Anzahl der Elemente, sehr an Intensität abnimmt.

* * *

Die bisher besprochenen Erscheinungen, vermöge welchen ein *Volta'scher* Apparat einen Theil seiner Spannung verliert, wenn seine Pole einige Zeit lang mit einander in Verbindung standen, und sie wieder erlangt, wenn die Kette einige Zeit offen stehen blieb, gestatten mancherlei Anwendungen. So kann man dadurch eine Substanz durch eine beliebige Zeit einem electrischen Strome aussetzen, dessen Stärke sich nicht unter eine gewisse Grenze vermindert. Man denke sich z. B. einen Apparat, dessen Spannung in 10 M. um 15° abnimmt, aber wieder 20 M. nach Eröffnung der Kette zurückkehrt, und lasse drei solche Apparate von gleicher Stärke, und zwar jeden durch 10 M. auf eine Substanz wirken, so kann jeder 20 M. ausruhen, in welcher Zeit er sich auch erholt. Wenn auch ihre Wirkung durch unvollkommene Isolirung oder durch Zersetzung der Flüssigkeit leidet, so kann man sie durch drei andere ersetzen, und den ersteren die zur Erholung nöthige Zeit gönnen.

Bekanntlich hat *Zamboni* durch seine Säulen ein Pendel mit einem Uhrwerk in Bewegung gesetzt; allein selbst viele Bemühungen führten nicht zum Zweck, theils wegen der Unvollkommenheit der Säulen, theils weil der Mechanismus eine den Säulen nicht angemessene Kraft forderte, theils auch wegen der Verminderung der Spannung durch die Schliefsung der Kette. *Zamboni* hat zwar seine Electromotoren sehr verbessert, und die zur Erzeugung der beabsichtigten Bewegung nöthige Kraft auf ein Minimum gebracht, zugleich mehrere Säulen angebracht, die selbst bei der kleinsten Kraft das Uhrwerk noch bewegen können, aber dadurch ist doch noch nicht

der Zweck ganz erreicht. *Marianini* meint, man könne die Abnahme der Spannung durch unvollkommene Isolirung vermindern, wenn man den Apparat in ein Gehäuse stellt, wo sich eine die Luftfeuchtigkeit absorbirende Substanz befindet, und die Abnahme der Spannung durch das Geschlossenseyn der Säule dadurch unschädlich machen, daſs das Uhrwerk selbst, etwa durch ein sinkendes Gewicht, die schon schwachen Säulen auſser Thätigkeit setzt, und dafür andere ausgeruhte in Anspruch nimmt.

Es werden diese Anwendungen wohl deſshalb nicht sehr zweckmäſsig erscheinen, weil die Schwächung der Spannung bei der Verbindung der Pole durch einen metallinischen Leiter sehr schnell erfolgt, die Zunahme der Spannung langsam vor sich geht, und man zwanzig und mehrere Electromotoren haben müſste, um einen Metalldraht einem electrischen Strome aussetzen zu können, dessen Stärke nicht unter eine gewisse Gröſse herabsinkt. Indeſs bei den Wirkungen, bei welchen der die Pole verbindende Bogen von Metall seyn muſs, kommt es wenig auf die Anzahl der Elemente an, ja eine groſse Anzahl derselben ist mehr schädlich als nützlich; auch ist es bekannt, daſs man die Änderungen der electromotorischen Kraft, die ein electrischer Strom erzeugt, durch einen entgegengesetzten Strom leicht aufheben kann. Ein Electromotor von sechs Elementen hatte eine Spannung von 9°, und verlor durch das Schlieſsen der Kette in 4 M. 5°; als der die Kette schlieſsende Metalldraht weggenommen war, wurde mit dem + Pol dieses der + Pol eines Becherapparates von vierzig Elementen in Verbindung gebracht, und mit den — Polen eben so verfahren. Da ging durch ersteren Apparat der electrische Strom in entgegengesetzter Richtung, und nach ½ M. hatte er seine ursprüngliche Spannung wieder.

Auf diese Weise kann man sogar die Kraft eines Apparates über seinen natürlichen Zustand steigern. So bekam der vorige Apparat, dessen Spannung 5° betrug, durch den Becherapparat von zwanzig Elementen in 2 M. eine Spannung von 10°.

Um zu sehen, ob mit dieser Zunahme der Spannung auch die electro-magnetische Kraft wächst, wurde ein Electromotor von acht Elementen, der die Nadel eines Multiplicators um 8° ablenkte, 1 M. lang geschlossen, worauf die genannte Ablenkung nur 3° betrug, die erst nach 12 M. auf 8° stieg; wurde dieser, statt ihn offen zu lassen, mit den gleichnamigen Polen eines Apparates von vierzig Elementen verbunden, so kehrte seine Kraft schon in 15 Sec. zurück. Durch längeres Verbundenbleiben beider Apparate läſst sich die Kraft des ersteren auf ihren dreifachen Werth bringen. (*Giorn. di Fis. Tom. X.* 299.)

C. Meteorologie und physische Geographie.

1. Bemerkungen über die Temperatur und das Klima von Schettland. Von *Scott*

Scott hat während der Jahre 1824 und 1825 zu Belmont in der schettländischen Insel Unst, westl. Länge 0° 51′, nördl. Breite 60° 42′, Seehöhe 66.2 F., 300 Yard von der See entfernt, Thermometer-Beobachtungen angestellt, und daraus das Mittel für die Morgen und Abende deducirt, aus denen sich folgendes ergibt: In den Monaten Juni, Juli, August übertrifft die mittlere Temperatur des Morgens die des Abendes um 3°, im September um 1°, im October und November sind beide einander gleich, im December ist die Abendtemperatur um 0°,6 gröſser als die Morgentemperatur, im Jänner um 0°,2, im Februar um 0°,1.

In dieser Gegend sind nur wenige Gewitter, und

diese herrschen im Winter mehr als im Sommer; jetzt sieht man Nordlichter nicht mehr so häufig, wie vor 15—20 Jahren, ja selbst die, welche man sieht, haben kein so lebhaftes Licht und keine so schnell dahinfahrenden Strahlen. Merkwürdig ist folgende Erscheinung, die *Scott* erzählt. Im Erdgeschosse des Hauses zu Belmont, wo diese Beobachtungen angestellt wurden, befindet sich ein Schrank mit umgestürzten Weingläsern. Diese Gläser geben oft beim ruhigsten Wetter, wo nicht die mindeste Bewegung an ihnen oder am Kasten hervorgebracht wurde, einen eigenen Klang, der stets Wind verkündet, und der selbst desto stärker ist, je heftiger der bevorstehende Wind ist. Es steht dieses Phänomen mit der Wetterharfe in genauer Verbindung. (*Philos. Journ. N.* 5. *p.* 118.)

2. *Latta's* Beobachtungen über das Klima und die Eisberge von Spitzbergen.

Latta hat im fünften Hefte des *Philos. Journal,* Seite 91, einen Aufsatz geliefert, in welchem er seine Bemerkungen über das Klima und die Eisberge von Spitzbergen bekannt macht, und zugleich einen Streit zu schlichten gedenkt, der aus einem früheren Aufsatze zwischen ihm und *Scoresby* in Betreff des ersteren Gegenstandes entstanden ist. Hier wird der polemische Theil gänzlich übergangen, und nur das angegeben, was *Latta* beobachtet hat.

Wir landeten, erzählt *Latta,* zu Spitzbergen, in der Nachbarschaft der sieben Eisberge, die etwa nördlich von dem Canale liegen, der Faire-Foreland vom Hauptlande trennt, in einer Breite von 79°. Da war das Land auf den schneefreien Stellen ganz nackt. Mein Hauptauftrag ging dahin, Exemplare verschiedener Thiere zu sammeln, die mir in den Weg kämen. Auf einer Ex-

cursion an den Küsten folgte ich, wiewohl ein dichter Nebel das Innere des Landes deckte, dem Laufe eines Thales, das landeinwärts führte, brauchte aber gar nicht weit zu gehen, um zu sehen, daſs der Schnee allgemein wurde. Wo der Nebel einen Augenblick zerriſs, sah ich nur eine einförmige, wüste Schneefläche, ohne die mindeste Spur eines lebenden Wesens; darum kehrte ich auch um. Da nun der Schnee selbst in den unteren Regionen nicht schmilzt, so muſs wohl das Land eine sehr geringe Temperatur haben.

Ich richtete nun meine Schritte nach einem der vorzüglichsten Eisberge, und beschloſs, das Boot mir an einer Seite folgen zu lassen, und zu Fuſs diese ungeheure Masse zu durchwandern. Bei dieser Excursion hatte ich eine schickliche Gelegenheit, Phänomene zu beobachten, welche beweisen, wie niedrig die Temperatur im Lande ist, wie nahe die Schneegrenze der Meeresfläche liegt, und daſs die Luft über den Küsten und in der Nachbarschaft des Meeres viel wärmer sey. Die der See zugekehrte Seite des Eisberges bildet einen steilen Abhang, von etwa 200 F. Höhe, und wird von Wellen bespielt. An dieser Seite ist nicht nur der Schnee, sondern auch ein Theil des Eises geschmolzen. Die Landseite, die längs eines Thales hinläuft, ist mit ewigem Schnee bedeckt. Die Schneemasse ist nach allen Seiten zerklüftet, und in den gähnenden Klüften rinnt das vom geschmolzenen Schnee entstandene Wasser dem Ocean zu. Die Risse im Eise gehen vielleicht bis zum Boden des Eisberges, sie sind 1 oder 2 englische Klafter breit, unten aber weiter als oben; sie nöthigten mich, um den höheren Theil des Berges herum meinen Weg zu nehmen; ich fand aber keinen Ausweg, bis ich in die Nähe der Schneelinie gelangte. Da konnte ich nur mit der gröſsten Vorsicht weiter schreiten, weil der

Schnee die gefährlichen Stellen unkenntlich machte, die tiefer unten noch durch ihre Farbe kenntlich waren. Wo der Schnee die Klüfte ganz ausfüllte, war die Gefahr geringer, doch bildete er oft nur eine dünne Decke über einen Abgrund, die kein Gewicht zu tragen vermochte. Einmal wich plötzlich unter mir der Grund, und nur die Kraft meines Armes und der Widerstand meines Schiefsgewehres erhielt mich einige Secunden lang zwischen zwei Wänden über einem furchtbaren Abgrunde; doch half ich mir durch wenige gefahrvolle Bemühungen wieder heraus. Es ist unmöglich, meine Gefühle nach diesem schrecklichen Momente zu schildern, als ich den finsteren Schlund betrachtete, der mir kurz vorher den Untergang gedroht hatte. Ich war unentschlossen, ob ich meinen Weg fortsetzen, oder umkehren sollte. Endlich, als ich bedachte, dafs ich den halben Weg und manche Gefahren überstanden hatte, und das Boot meiner am Gestade wartete, zu dem ich nur über den Eisberg gelangen konnte, so setzte ich meinen Weg fort, und langte glücklich beim Boote an.

Während eines grofsen Theils des Jahres herrscht eine sehr starke Kälte, die Temperatur der Wintermonate ist meistens zwischen 60° oder 70° F. unter dem Eispuncte (?), während des Sommers steigt sie nur an den Küsten etwas über 40°, und dieses selten; denn die Luft ist gröfstentheils voll undurchdringlicher Nebel, so dafs die Wärme der Sonnenstrahlen absorbirt ist, lange bevor sie den Boden erreichen. Selbst während der kurzen Dauer heiterer Tage kann nur wenig Wärme sich an der Erdoberfläche entwickeln, weil die Strahlen der Sonne bei ihrem schiefen Auffallen eine so grofse Luftmasse zu durchwandern haben, die wegen der intensiven Kälte auch noch sehr dicht ist; ja die wenige Wärme wird noch durch den Einflufs der oberen

kalten Region absorbirt. Capitän *Weddel* schreibt in einer Beschreibung der Reise in den antactischen Ocean die Kälte der See in der Nähe hoch gelegener Inseln dem erkältenden Einflusse des Festlandes zu, und ich zweifle nicht, dafs sich dieses auf Spitzbergen anwenden lasse. Spitzbergen ist eine Insel von grofser Ausdehnung, der Boden ist erkaltet durch einen fast beständigen furchtbar strengen Winter, und, an den Küsten ausgenommen, zu allen Jahrszeiten mit Schnee bedeckt, darum können die Sonnenstrahlen wenig Wirkung darauf ausüben. Der Einflufs dieser Eigenthümlichkeiten ist keineswegs durch die Nähe der See verhindert, sie mag mit Eis und Schnee bedeckt, oder offen seyn. Sie absorbirt die wenige von Sonnenstrahlen herrührende Wärme ohne Erhöhung ihrer Temperatur. Letzteres verhindern die beständigen kalten Ströme. Der Frierpunct des Seewassers liegt 4° F. unter dem des süfsen Wassers, und da die Beweglichkeit der Theile desselben viel geringer ist, so geht auch der Wechsel derselben langsam vor sich, und es braucht lange, bis die Temperatur der oberen Schichten den Eispunct des süssen Wassers erreicht hat.

Unter diesen Umständen mufs die Temperatur in Spitzbergen im Allgemeinen gering seyn. Die Kraft der Sonne ist daselbst nicht unbedeutend, und in den vom Schnee freien Stellen steigt oft die Temperatur auf 40° — 50°; doch gilt dieses nicht allgemein, sondern nur von den Küstengegenden, wo die wärmere Seeluft den Schnee schmilzt, und der Boden dem Einflusse der Sonnenstrahlen Preis gegeben ist. Wenn der Wind von der See her blies, war der Himmel an den Küsten heiter, während das Festland in dichten Nebel eingehüllt war. Die Ursache dieser Erscheinung liegt zum Theil in der Vermengung von Luftschichten von verschiede-

ner Temperatur, und zwar der wärmeren von der See kommenden, und der kälteren vom festen Lande. Wenn der Wind von Süden über die See kommt, wie dieses im Juni, Juli und August der Fall ist, so ist die Temperatur der Luft, die von der eisfreien See herkommt, um einige Grade über dem Eispunct, und enthält viele Dünste. So lange sie gegen die Küsten hin geht, berührt sie keinen kälteren Körper, sobald sie aber an die kalten Berge oder an die mit Eis bedeckte See gelangt, so wird ihre Temperatur vermindert, sie ist nicht mehr im Stande, die Dünste zu behalten, und diese scheiden sich zu Nebel aus, der die Atmosphäre verdunkelt. Dieses zeigt sich besonders am Klima von Spitzbergen.

Die Wärme der anliegenden See ist gemäſsigter, als irgend wo in der arctischen Zone. Dieses zeigen nicht nur Beobachtungen, sondern auch der Umstand, daſs sich an der ganzen Westküste der Insel so wenig Eis bildet. Wahrscheinlich rührt dieses von der Wärme des Golphstromes her, der von den Küsten von Schottland und Norwegen nach Spitzbergen geht, und sich in den Strömungen des Eismeeres verliert. Aus diesem Grunde friert die See hier viel später, und es bildet sich ein merkwürdiger Meerbusen, der sich bis zum 80° der nördl. Breite in der Richtung dieses Stromes erstreckt, und Wallfischbay heiſst. Dieses beweiset auch die auf die Westküste von Spitzbergen beschränkte Grenze der Eisberge, die alle nur bis an die Küste sich erstrecken, während in der Baffinsbay und an der Ostküste von Alt-Grönland, wo die Temperatur des Wassers geringer ist, Eisberge bis in die See hineinreichen, und mit der Zeit jene im Ocean schwimmenden bergähnlichen Eismassen erzeugen. Sobald nun in Spitzbergen die mit Dünsten beladene wärmere Luft ein Eisfeld trifft,

so setzen sich ihre Dünste ab, und bilden Nebel oder Schnee; gelangt sie aber ans Land, so löset sie den Schnee an den Küsten auf, beim Eindringen in das Innere desselben hingegen wird sie aber durch den kalten Boden erkältet, und es entsteht Schnee, der die Luft fast immer verdunkelt.

Vom Zustande des inneren Landes überzeugte ich mich vom Gipfel eines Berges aus, wohin mich *Scoresby* begleitete, von wo aus wir eine der wildesten Scenen sahen, welche die Fantasie zu mahlen vermag. Der Wind hatte alles Gewölke verjagt, alles war ruhig, und das Wasser, so weit das Auge reichen konnte, frei von Eis; auch am Gestade und weiter ins Land hinein war der Schnee geschmolzen, bis auf das Innere, welches noch damit bedeckt war. Dieses zu schmelzen, reichte die Sonnenwärme nicht hin. (*Phil. Journ. Nro.* 5, *p.* 91.)

3. Über den Einfluſs der Niederungen auf die Bildung des Reifes während der Nacht. Von *P. Prevost.*

Schon *Theophrastus* hat, sagt der Verfasser, den schädlichen Einfluſs der Kälte auf Pflanzen in tief liegenden Orten bemerkt; *Wells* gibt dieses zwar nicht allgemein zu, sondern meint, es beschränke sich nur auf niedere, aber hinreicheud frei liegende Orte, und finde nur in ruhigen und heiteren Nächten Statt. Er schreibt dieses zwei Ursachen zu, deren beide von der Ruhe der Luft in niedrig liegenden Orten herrühren, nämlich dem Umstande, daſs daselbst die Luft weniger erneuert, und daher der Zutritt der wärmeren abgehalten wird, und dem davon abhängenden gröſseren Absatz an Feuchtigkeit, wodurch die Luft weniger Thau erzeugt, und so weniger gebundene Wärme frei macht.

Indeſs läſst seine Arbeit manches zu wünschen übrig, woran gewiſs der schwankende Gesundheitszustand dieses Gelehrten Schuld war.

Mit der Erscheinung, daſs sich während der Nacht in tief liegenden Orten häufiger Reif bildet, als in höheren, steht die gröſsere Kälte, welche in solchen Orten Statt findet, in Verbindung. Davon überzeugte sich *Wells*, und schon vor ihm *Wilson*. Schon in den Jahren 1778 und 1779 hat *Pictet* zur Zeit der Nacht den Unterschied in der Temperatur bemerkt, welcher von zwei Thermometern angezeigt wurde, deren eines 75, das andere 5 Fuſs über dem Boden hing. Er bemerkte auch, daſs in einer heiteren und ruhigen Zeit diese zwei Thermometer innerhalb 24 Stunden zwei Mal einander begegneten, und zwar zwei Stunden nach Sonnenaufgang, und einige Zeit nach Sonnenuntergang. Von da an bis um 11 Uhr Abends zeigte das untere Thermometer eine um 4° — 5° F. niedrigere Temperatur. Dieselbe Temperaturdifferenz fand auch noch bei Tagesanbruch Statt, so, daſs der Beobachter daraus den Schluſs zog, sie dauere die ganze Nacht so fort.

Einige Jahre später fand *Six* in einer Höhe von 220 Fuſs die Luft um 10° wärmer als in der von 7 Fuſs, und bei 110 Fuſs fand er eine Mitteltemperatur. Indeſs bemerkt *Pictet*, daſs bei bewölktem Himmel, bei einem heftigen Wind oder Nebel die um 70 Fuſs von einander entfernten Thermometer einerlei Temperatur zeigten; dasselbe bemerkte auch *Six*, wiewohl er einige Abweichungen von diesem Gesetze wahrnahm, und fand, daſs wenn diese Statt fanden, die Thermometer einen entgegengesetzten Stand zeigten, mithin die oberen Luftschichten kälter waren als die unteren. *Wells* bemerkt, daſs in unruhigen trüben Nächten der Boden und die

Luft bei einer bestimmten Höhe einerlei Wärmegrad zeigen, der desto geringer ist, je bedeutender diese Höhe ist.

Nun frägt es sich aber um die Ursache dieses Temperatur-Unterschiedes zwischen dem Boden und der Luft, und zwischen der oberen und unteren Luft. Der erstere Unterschied zwischen der Luft und dem Boden erklärt sich leicht aus dem bekannten Ausstrahlungsvermögen der Erde, und dem geringen der Luft. Vermöge diesem sendet erstere während der Nacht beständig Wärme aus, ohne sie wieder zurück zu erhalten. Aus diesem leitet sich auch der zweite Punct der obigen Frage ab, warum nämlich die untere Luft kälter ist als die obere. Die Luft nimmt nämlich an der Erkältung des Bodens desto mehr Antheil, je näher sie ihm ist, und darum werden auch die unteren Luftschichten mehr als die oberen abgekühlt. Aufser diesen Hauptursachen spielt auch noch eine untergeordnete eine Rolle, nämlich die Bewegung der Luft. Die kalte Luft sinkt beständig abwärts, und häuft sich daher auch in den unteren Regionen an, so dafs dadurch die schon aus dem vorigen Grunde herabgesetzte Temperatur der unteren Luftschichten noch mehr zum Sinken gebracht wird. (*Mém. de la Soc. de Phys. de Genève. Tom. III. P. II.*)

4. Hof- und Nebensonnen, in Amerika beobachtet.

Am 8. September 1816 wurde zwischen 2 und 3 Uhr zu New-Port in der Insel Rhode ein merkwürdiger Hof um die Sonne beobachtet, der gegen eine Stunde dauerte. Er wurde von *D. Melville* gezeichnet, und ist in der Fig. 21 vorgestellt.

Der die Sonne *S* umgebende Kreis war von der ge-

wöhnlichen Gröfse, und zeigte am ganzen Umfange die prismatischen Farben. Am oberen und nordöstlichen Rande befand sich eine Nebensonne, deren Strahlen einen zweiten Hof von trüber, weifser Farbe bildeten, der seinem ganzen Umfange nach wohl begrenzt erschien, aber immer schwächer wurde, so wie er sich dem Haupthofe gegen den südwestlichen Rand hin näherte, an welchem Rande er sich mit ihm vereinigte. Dieser Hof *AB* hatte einen doppelt so grofsen Durchmesser, wie der, welcher die Sonne umgab, und hatte in *A* uud *B* Nebensonnen. Die von *A* und *B* ausgehenden Strahlen bildeten zwei andere Kreise, *mn* und *np*, deren Durchmesser wieder doppelt so grofs war, als *AB* (was aber in der Zeichnung nicht der Fall ist). Da, wo sich diese Kreise (in *n*) schnitten, bildeten sich Segmente *qr* eines fünften Hofes, wovon ein Stück von 120° sich unter dem Horizont befand.

Zu Tol County Kentucky sah man am 19. August 1825 einen anderen Hof, der in Fig. 22 abgebildet ist. Stellen *O* und *W* den Ost- und Westpunct vor, *A* das Zenith, und *B* die Sonne, so ist *CC* ein Ring mit ungemein glänzenden prismatischen Farben, *DD* ein anderer sehr heller Ring, der durch die Sonne *B* geht, *EE* zwei Segmente von Ringen, die *DD* in *F* schneiden. Diese Segmente erschienen sehr hell um *F*, wurden aber immer weniger sichtbar, so wie sie sich der Sonne näherten. Die Puncte *B*, *A*, *F* lagen in einer geraden Linie, der Durchschnitt *F* hatte mit der Sonne einerlei Höhe über dem Horizont, und bewegte sich in dem Mafse gegen Nord, dem Zenith sich nähernd, in welchem die Sonne dem Süden zuging, und dem Zenith sich näherte. Man bemerkte diese Kreise zuerst um 8 Uhr, sah sie aber bis 11 Uhr. Es war keine Wolke

zu sehen, und der Nebel in der Atmosphäre so dicht, daſs der Himmel völlig weiſs erschien; die Sonne schien aber mit solchem Schimmer, daſs es den Augen an beleuchteten Stellen wehe that.

Am folgenden Freitag zeigte sich dasselbe Phänomen, es hatte aber noch um einen elliptischen Hof mehr, der weniger glänzend erschien, als einer der äuſseren.

Am 19. August 1825 sah man zu Jackson in Tennessee einen Hof, den die Fig. 23 darstellt. Er ist beinahe so beschaffen, wie der vorhin beschriebene. *A* ist das Zenith, *B* die wahre Sonne, *C C* etc. Nebensonnen, wie sie in den Durchschnitten der Kreise *D E* erscheinen, *D D* sind zwei kleine Segmente eines groſsen Kreises, und *E*, *W* der Ost- und der Westpunct.

Der leuchtende Kreis sah aus, wie ein Mondregenbogen; der Theil des kleinen Kreises, welcher westlich von der wahren Sonne sich befand, erschien heller, als der übrige Theil; die äuſsersten, gegen Nord und Süd gelegenen Puncte der zwei groſsen Kreise erschienen sehr trübe, und das Ostende des kleinen Kreises etwas gedrückt. In diesem Hofe erschienen die zwei Kreise *m n*, *n p* der Figur 21 vollkommen, und noch dazu die Segmente *D D*; der Kreis, wovon *A* der Mittelpunct ist, erschien kleiner als in Fig. 21, auch befanden sich dort Nebensonnen, die an dem vorigen mangelten.

Am 14. August 1825 sah man zu Millberg in Massachussets einen Hof, wie er in der Figur 24 abgebildet ist. Er erschien um 8 Uhr Morgens, und dauerte bis nach 11 Uhr. *S* ist die Sonne, *A B* ein Kreis, in dessen Mittelpunct sich die Sonne befindet, *C D* ist eine Ellipse, und *E F* ein groſser Kreis an der Westseite der

Sonne, durch welche er geht. Die Farben waren, mit Ausnahme der Puncte *G* und *H*, denen an einem Regenbogen ähnlich. (*Edinb. journ. of science. N. XIII. p.* 113.)

* * *

Ich glaube an allen diesen Erscheinungen nichts zu finden, was mit der vom unsterblichen *Fraunhofer* gegebenen Theorie der Hof- und Nebensonnen etc. unverträglich wäre. Mehr würde sich hierüber sagen lassen, wenn die Ordnung der Farben von Innen nach Aufsen an den Höfen angegeben wäre.

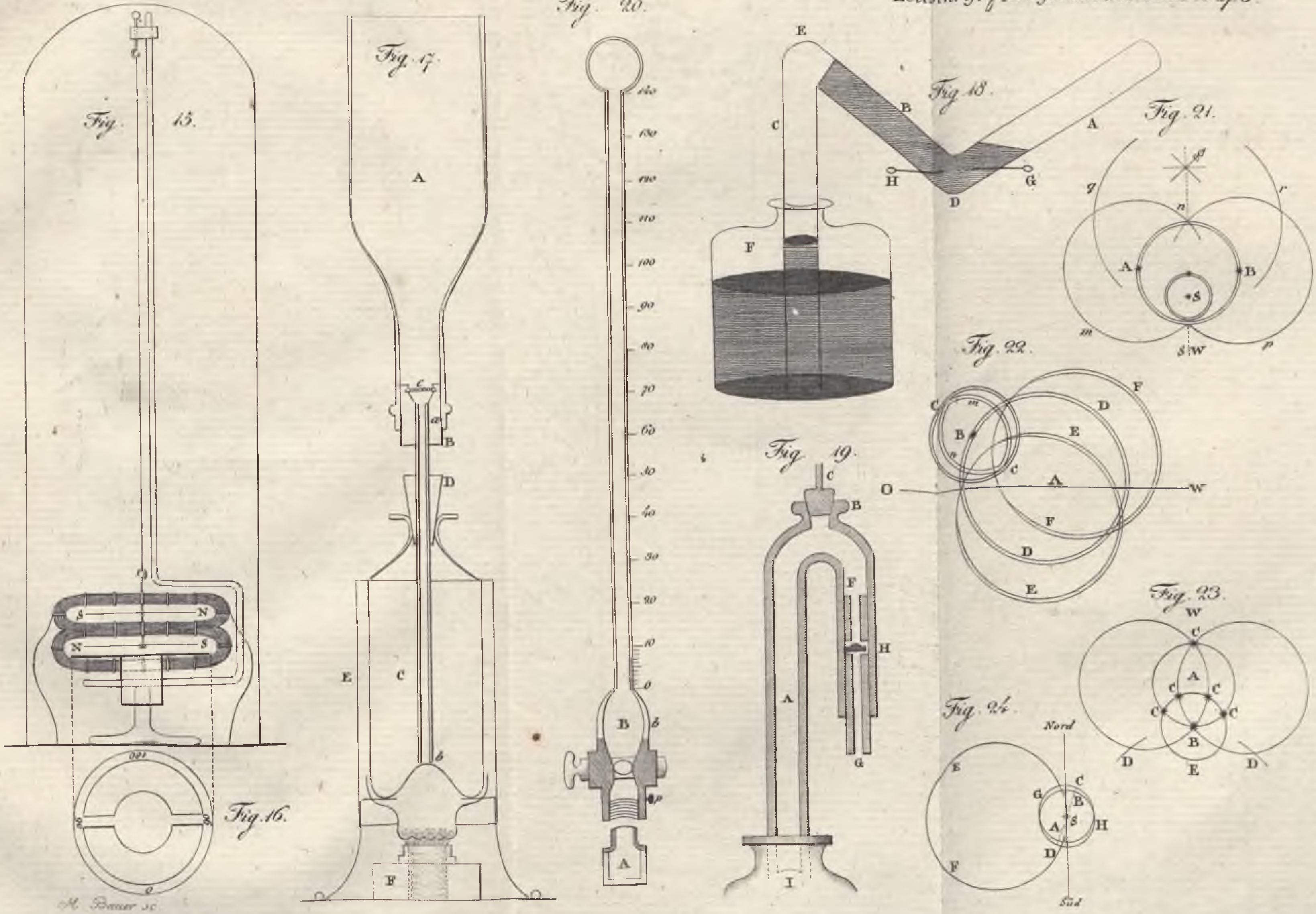
5. Grenze der Atmosphäre.

Graham glaubt durch eine von *Schmidt* und *Wollaston* ganz verschiedene Schlufsweise zu der Einsicht geführt zu werden, dafs die Atmosphäre begrenzt sey. Seine Ansicht, die an Richtigkeit wohl in den Augen eines Jeden verdächtig erscheinen wird, ist folgende: Die Luft in den obersten Regionen befindet sich in einer sehr niedrigen Temperatur; die oberste Schichte ist diejenige, welche nicht mehr im ausdehnsamen Zustande bestehen kann, sondern fest wird. Durch dieses Festwerden der Luft wird Licht entwickelt; in den Polarregionen ist die Atmosphäre kälter, und daher erstreckt sie sich auch minder weit von der Erde, und das beim Festwerden entwickelte Licht ist das, was man Nordlicht nennt. (*Philos. mag. Feb.* 1827.)

D. Depression des Quecksilbers im Barometer vermög der Capillarität. Von *Bouvard.*

Durchmesser der Röhre.	Depression.	Durchmesser der Röhre.	Depression.
Millimeter.	Millimeter.	Millimeter.	Millimeter.
21.000	0.028	10.500	0.372
20.500	0.032	10.000	0.419
20.000	0.036	9.500	0.473
19.500	0.041	9.000	0.534
19.000	0.047	8.500	0.604
18.500	0.053	8.000	0.684
18.000	0.060	7.500	0.775
17.500	0.068	7.000	0.877
17.000	0.077	6.500	0.995
16.500	0.087	6.000	1.136
16.000	0.099	5.500	1.306
15.500	0.112	5.000	1.507
15.000	0.127	4.500	1.752
14.500	0.143	4.000	2.053
14.000	0.161	3.500	2.415
13.500	0.181	3.000	2.902
13.000	0.204	2.500	3.594
12.500	0.230	2.000	4.579
12.000	0.260		
11.500	0.293		
11.000	0.330		

Connaiss. des tems. 1829


Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Nord
Süd
M. Bauer sc.